Faculté des Sciences et des Techniques de Nantes **Centre François Viète**

Mémoire de
D.E.A. d'Histoire des Sciences et des Techniques

Les articles d'astronomie dans l'Encyclopédie de Diderot et d'Alembert

Rédigé par **Colette Le Lay**
Sous la direction de Jacques Gapaillard

Année 1996-97

Je remercie le professeur Jacques Gapaillard de m'avoir proposé ce sujet passionnant. Ses remarques pertinentes, ses conseils judicieux et sa grande patience m'ont guidée tout au long de ce travail.

Je remercie tous les enseignants, chercheurs et étudiants du Centre François Viète, et plus particulièrement : Guy Boistel, Virginie Champeau et Anne-Claire Déré, dont le soutien indéfectible m'a été très précieux.

Sommaire

Introduction 3

Chapitre I : L'Encyclopédie, les articles d'astronomie et leurs auteurs 5
I- L'Encyclopédie 5
II- Les articles d'astronomie 6
III- Les auteurs des articles d'astronomie 6
1- Jean Le Rond d'Alembert 6
2- Jean Baptiste Le Roy 7
3- Jean Henri Samuel Formey 7
4- Louis de Jaucourt 8
IV- Conclusion 8

Chapitre II : L'article ASTRONOMIE 9
I- Notre porte d'entrée 9
II- Le plan de l'article 9
1- Un panorama historique 9
2- une mise au point sur le sens du mot « astronomie » 10
a) astronomie mathématiques - astronomie physique
b) astronomie ancienne - astronomie nouvelle
III- Une préoccupation constante : citer les sources 11
IV- Conclusion 11

Chapitre III : Les articles rédigés par les auteurs mineurs 14
I - Les instruments 14
II- Les planètes 15
III- NEBULEUX 17
IV- Conclusion 17

Chapitre IV : Les articles militants de d'Alembert 19
I- L'héliocentrisme 19
II- L'astrologie 21
III- L'Eglise 21
IV- L'éthique scientifique 22
V- Conclusion 23

Chapitre V : La science en marche
24
I- NUTATION 24
II- PRECESSION 24

III- FIGURE DE LA TERRE 25
1- l'historique 25
2- les hypothèses en présence 25
3- le compte-rendu des expériences 26
a) les expéditions au Pérou et en Laponie
b) les controverses sur le degré de France
c) le degré d'Italie
d) l'allongement du pendule
e) bilan des expériences
4- les théories 27
IV- LUNE 28
1- la partie descriptive 28
2- le problème des trois corps 28
V- Conclusion 29

Chapitre VI : L'état des connaissances 31
I- Des directions apparentes aux directions moyennes 31
II- Mouvements dans le système solaire 32
1- mouvement des planètes 32
2- mouvement de la Lune 32
3- mouvement des comètes 32
III- Dimension du système solaire 32
IV- Forme de la Terre 34
V- Catalogues d'étoiles 34
VI- Conclusion 34

Conclusion 36

Index des articles cités 37

Résumé des articles non cités 38

Eléments biographiques 42

Annexe I : Une source primordiale : les « Institutions astronomiques » de P.C.Le Monnier 47

Annexe II : le système solaire : description chiffrée 50

Annexe III : Photocopie des articles FIGURE DE LA TERRE et LUNE 52

Bibliographie 66

Introduction

L'objet du présent mémoire est l'étude des articles d'astronomie dans l'Encyclopédie de Diderot et d'Alembert. Aussi est-il naturel de rechercher tout d'abord la place que d'Alembert attribue à l'astronomie dans l'arbre encyclopédique de la connaissance emprunté au chancelier Bacon : il la met à la tête des « sciences physico-mathématiques » et lui consacre un paragraphe enthousiaste :

« Joignant l'observation au calcul, et les éclairant l'un par l'autre, cette science détermine avec une exactitude digne d'admiration les distances et les mouvements les plus compliqués des corps célestes (...) Aussi peut-on la regarder à juste titre comme l'application la plus sublime et la plus sûre de la Géométrie et de la Mécanique. » (« Discours préliminaire »)

Etudier une science à travers le filtre de l'Encyclopédie, c'est inévitablement répondre à deux questions :
- quels sont les auteurs des articles ?
- les articles donnent-ils une image fidèle du savoir de l'époque ?

Comme on le verra dans les chapitres I à III, les auteurs des articles d'astronomie sont fort peu nombreux, d'Alembert s'étant réservé la part du lion.

C'est le chapitre VI qui nous renseignera sur la manière dont d'Alembert s'acquitte de l'objectif qu'il formule en ces termes dans le « Discours préliminaire » :

« Qu'elle (la postérité) dise à l'ouverture de notre Dictionnaire, tel était alors l'état des sciences et des beaux-arts. »

Sa compétence dans le domaine de l'astronomie est incontestable. Dans les articles de l'Encyclopédie, il fait part de ses recherches personnelles ainsi que de celles de ses contemporains et rivaux Clairaut et Euler, dressant à notre intention un portrait de la science en marche. (ChapitreV)

Mais, avant toute chose, l'Encyclopédie est le monument de l'esprit des Lumières. Le militantisme de la Raison se manifeste à de multiples reprises dans les articles d'astronomie : c'est ce que j'ai tenté de montrer dans le chapitre IV.

Rendre compte des articles de l'Encyclopédie n'est pas chose aisée. Mener une réelle analyse critique nécessiterait une compétence que je n'ai pas et dépasserait sans doute le cadre d'un mémoire de D.E.A. Aussi ai-je pris le parti de la description des articles. Ma contribution se limite souvent à en dégager la structure et à en mettre en avant les lignes de force. Mes quelques commentaires personnels apparaissent en général en conclusion des chapitres.

Le cadre de ma problématique m'a imposé un choix dans le corpus des articles d'astronomie. Les articles dont j'ai rendu compte figurent en index. Pour les autres, un court résumé figure en fin de mémoire.

L'annexe I est consacrée à la source principale des articles d'astronomie : les « Institutions astronomiques » de P.C. Le Monnier. Il m'a paru intéressant de regrouper dans l'annexe II toutes les données chiffrées concernant les planètes et de les comparer aux valeurs actuelles.

Enfin, il est un aspect de l'oeuvre dont il m'est impossible de donner une idée juste : c'est le style propre de l'auteur. Aussi ai-je joint en annexe III les photocopies de deux articles majeurs écrits par d'Alembert : FIGURE DE LA TERRE et LUNE.

Chapitre I

L'Encyclopédie, les articles d'astronomie et leurs auteurs

I - L'Encyclopédie

L'aventure de l'Encyclopédie débute en 1745.
Le projet d'une traduction corrigée et complétée de la « Cyclopaedia » d'Ephraïm Chambers germe dans l'esprit d'un éditeur Parisien André-François Le Breton. Son premier souci est de se trouver des associés. Après une tentative infructueuse auprès d'un Anglais et d'un Allemand, il conclut avec trois libraires parisiens : Briasson, Durand et David l'Aîné le contrat définitif qui leur apportera à tous les quatre de multiples ennuis mais aussi de forts coquets bénéfices.
Le premier directeur pressenti, l'abbé Gua de Malves, réunit autour de lui quelques collaborateurs au nombre desquels figurent déjà Diderot et d'Alembert. Mais en 1747, il jette l'éponge .En prenant, à la demande des libraires, la responsabilité de la publication, Diderot et d'Alembert élargissent le projet initial :

« Nous annonçons que l'ouvrage de Chambers n'est point la base unique sur laquelle nous avons élevé ; que l'on a refait un grand nombre de ses articles, que l'on n'a employé presqu'aucun des autres sans addition, correction ou retranchement, et qu'il rentre simplement dans la classe des auteurs que nous avons particulièrement consultés. » (« Discours préliminaire ».)

De 1751 à 1756, un volume paraît chaque année. Aussitôt, les attaques s'organisent sur trois fronts :
- le premier est ouvert par les jésuites qui voient dans l'Encyclopédie un complot contre la foi catholique. La tribune en est le « journal de Trévoux »
- le deuxième est le fait des jansénistes qui jugent l'entreprise diabolique (et ne veulent pas être en reste par rapport au parti ennemi des jésuites.)
- des écrivains ennemis du clan des philosophes, à la tête desquels on trouve Fréron, directeur de «L'année littéraire » et Palissot[1], constituent le troisième front.

D'Alembert, auteur du « Discours préliminaire » et de quelques articles controversés, est une des cibles privilégiées. En 1758, exaspéré, il renonce à la codirection mais continue néanmoins à fournir les articles de mathématiques (et d'astronomie) pour lesquels il s'est engagé.

1759 est une année noire : l'Encyclopédie est condamnée par le Parlement de Paris, et le Conseil du Roi révoque le privilège : la distribution des volumes parus est suspendue.
Mais Malesherbes, directeur de la Librairie[2] et fervent défenseur de l'ouvrage, obtient un nouveau privilège pour le recueil de planches. Diderot consacre alors une partie de son énergie à celui-ci tout en continuant, dans la semi-clandestinité, à préparer les derniers volumes de texte.

[1]Elie Fréron (1718-1776) - auteur prolixe - critique littéraire et polémiste.
Charles Palissot de Montenoy (1730-1814) - auteur de comédies satiriques.

C'est en 1772 qu'il pourra enfin s'écrier : « Le grand et maudit ouvrage est fini! »
La parution des 4225 exemplaires de la première édition in-folio de l'Encyclopédie s'achève. Chaque souscripteur dispose enfin des 17 volumes de texte et 11 volumes de planches.

II- Les articles d'astronomie

L'Encyclopédie porte aussi le nom de « Dictionnaire raisonné des Sciences, des Arts et des Métiers ».

L'ordre d'exposition choisi par les auteurs est l'ordre alphabétique, complété par un ordre encyclopédique sur lequel d'Alembert s'étend longuement dans le « Discours préliminaire ».

L'étude des articles d'astronomie commence donc naturellement par la lecture de l'article ASTRONOMIE et se poursuit par l'inventaire de ses renvois. D'Alembert explique le rôle qu'il assigne aux renvois dans l'article DICTIONNAIRE :

« Il est vrai que dans un ouvrage de cette espèce on ne verra pas la liaison des matières aussi clairement et aussi immédiatement que dans un ouvrage suivi. Mais il est évident qu'on y suppléera par des renvois, qui serviront principalement à montrer l'ordre encyclopédique, et non pas seulement comme dans les autres dictionnaires à expliquer un mot par un autre. »

L'article ASTRONOMIE comporte 44 renvois. Certains revêtent un caractère très général correspondant à la préoccupation d'ordre encyclopédique de d'Alembert. C'est le cas de MATHEMATIQUES ou de NATURE. D'autres sont à proprement parler des articles de mécanique : ATTRACTION , CENTRIPETE...Je n'ai pas jugé utile d'en rendre compte dans le présent travail. Je n'ai donc retenu que les renvois à caractère réellement astronomique.

Ces renvois comportent eux-mêmes une cinquantaine de renvois que je qualifie de secondaires, dans lesquels j'ai opéré une sélection selon les mêmes critères que précédemment.
Finalement la lecture de cette centaine d'articles permet d'effectuer le tour de l'astronomie dans l'Encyclopédie.

III- Les auteurs des articles d'astronomie

1- Jean Le Rond d'Alembert (Paris 1717 - 1783)

Codirecteur de l'Encyclopédie, il prend en charge la rédaction de la plupart des articles d'astronomie. Il signe (O).

Le personnage étant fort connu, je me contenterai de rappeler ici ce qui a trait à l'astronomie et à l'Encyclopédie.

Fils illégitime de Mme de Tencin et du Chevalier Destouches, d'Alembert est né en 1717. Il est recueilli par Mme Rousseau, femme d'un vitrier chez laquelle il vivra jusqu'à l'âge de 47 ans. Le Collège des Quatre Nations où il fait ses études a deux caractéristiques : il est janséniste et les mathématiques y tiennent une place plus importante que dans les autres collèges.

Dès 1739, il dépose des communications à l'Académie des Sciences , qui seront rapportées par Clairaut. Il entre à l'Académie des Sciences en 1741 à titre d'adjoint astronome.
En 1746, il reçoit le prix de l'Académie de Berlin sur la théorie des vents. Il devient membre de l'Académie et ami de Frédéric II de Prusse avec lequel il correspondra jusqu'à sa mort.

---

[2]Organisme royal chargé du contrôle de l'édition. Chrétien-Guillaume de Lamoignon de Malesherbes (1721-1794) en fut un directeur libéral et contribua à adoucir la censure.

En 1747, il devient responsable avec Diderot de la rédaction de l'Encyclopédie. Le projet initial de traduction de la « Cyclopaedia » de Chambers est très vite étendu.

La même année, il dépose à l'Académie des Sciences une communication sur le problème des trois corps : ainsi débute la compétition avec Euler et Clairaut.En 1749, il publie « Recherches sur la précession des équinoxes ».1751 est l'année de la parution du premier tome de l'Encyclopédie, précédée du « Discours préliminaire » qui vaut à d'Alembert son entrée à l'Académie Française en 1754. Il en deviendra secrétaire perpétuel en 1772.

De 1754 à 1756, il publie « Recherches sur différents points importants du système du Monde » : les deux premiers volumes paraissent en 1754 et le dernier en 1756.

En 1765, paraissent les derniers tomes de l'Encyclopédie mais les derniers articles de d'Alembert, qui en a abandonné la co-direction en 1759, remontent à 1760.

D'Alembert meurt de la maladie de la pierre en 1783[3]

2- Jean Baptiste Le Roy (1720 - 1800)

Dans le « Discours préliminaire », d'Alembert annonce

« la description des instruments astronomiques [est] de M.J.B.Le Roy qui est l'un des fils du célèbre M. Julien Le Roy, et qui joint aux instructions qu'il a reçues en ce genre d'un père estimé de toute l'Europe, beaucoup de connaissances des mathématiques et de la physique, et un esprit très cultivé par l'étude des Belles Lettres. »

Il est difficile de trouver d'autres informations sur J.B. Le Roy.

Né en 1720 et mort en 1800, il est admis en 1751 à l'Académie des Sciences à titre de physicien et il est chargé de la direction du cabinet de physique du roi.

Il fait partie de la première classe de l'Institut au titre de la Mécanique.

Les articles de J.B. Le Roy sont signés de la lettre T.

3- Jean Henri Samuel Formey (Berlin 1711 - 1797)

J.H.S. Formey naît à Berlin en 1711. Théologien, historien et écrivain, iI est pasteur et professeur de philosophie dans cette ville.

En 1742, il projette un dictionnaire philosophique adapté de la « Cyclopaedia » de Chambers et en rédige 1800 pages. Mais il ne donne pas suite à son projet et vend ses papiers en 1747 aux libraires Le Breton, Briasson, Durand et David. Diderot et d'Alembert les utilisent comme base pour cent dix articles, notamment pour ASTRONOMIE.

D'Alembert rend compte de la contribution de Formey en ces termes dans le « Discours préliminaire »:

« Cet illustre académicien avait médité un dictionnaire tel à peu près que le nôtre, et il nous a généreusement sacrifié la partie considérable qu'il en avait exécuté, ce dont nous ne manquerons pas de lui faire honneur ».

En 1748, Formey devient secrétaire perpétuel de l'Académie de Berlin. A partir de 1756, il conçoit le projet d'une Encyclopédie réduite en format in-octavo dont le texte sera, selon ses propres termes « l'essence de l'original ». A la demande de d'Alembert, Malesherbes interdit la publication de l'ouvrage. Formey en conservera une certaine amertume.

Par la suite, Formey devient collaborateur du Supplément de l'Encyclopédie .

Il meurt à Berlin en 1797.

[3]Dans sa biographie de d'Alembert , parue en 1889, Joseph Bertrand fournit des dates qui sont pour la plupart décalées d'une année par rapport à celles qui sont données par Condorcet dans son «Eloge de d'Alembert » ou par D.S.B.

Ses articles sont signés Formey.

4- Louis de Jaucourt (1704- 1779)

Issu d'une famille protestante noble et fortunée, le Chevalier de Jaucourt fait des études de médecine à Leyde puis à Cambridge.
Il commence à collaborer à l'Encyclopédie au tome II et donne finalement 17 395 articles soit 28% du volume de texte.
De fait, D'alembert ne peut en parler dans le « Discours préliminaire » , mais il lui fait un éloge appuyé dans les avertissements des tomes II, III, IV, VIII.
Ce travailleur modeste et infatigable puise une grande partie de ses sources dans sa très belle bibliothèque personnelle.
Ami de Montesquieu, de Voltaire, de Rousseau, de Jaucourt n'est d'aucune brouille et joue un rôle modérateur dans les péripéties qui secouent l'Encyclopédie.
Ses articles sont signés D.J

IV - Conclusion

Les articles d'astronomie présentent le grand avantage d'avoir été rédigés pour la plupart par l'un des co-directeurs de l'Encyclopédie : d'Alembert.
Celui-ci s'est entouré d'un petit nombre de collaborateurs : Formey, qui lègue les articles écrits pour sa propre Encyclopédie qui ne verra pas le jour, J.B. Le Roy, le spécialiste reconnu des instruments et De Jaucourt, le travailleur acharné.
La période de rédaction des articles s'étend sur un peu plus d'une décennie , de 1748, date de la prise en main de l'Encyclopédie par Diderot et d'Alembert à 1760, date de remise des derniers articles de mathématiques par d'Alembert.
Tous ces facteurs expliquent la relative cohésion interne des articles d'astronomie.
En février 1770, d'Alembert porte, dans une lettre à Voltaire, ce jugement sur l'Encyclopédie :

« C'est un habit d'arlequin où il y a quelques morceaux de bonne étoffe , et trop de haillons. »

Il est permis de croire que d'Alembert classait les articles d'astronomie dans les *« morceaux de bonne étoffe »*.

Chapitre II

L'article ASTRONOMIE

I- Notre porte d'entrée

Tel est le rôle fondamental tenu par cet article à caractère essentiellement historique. Son contenu propre ne présente qu'un intérêt modéré. En revanche, ses renvois permettent l'accès à des articles essentiels comme TERRE, LUNE...
Dans ces renvois, l'important article FIGURE DE LA TERRE brille par son absence. Il apparaîtra comme renvoi de l'article TERRE. Et pourtant, d'Alembert en était particulièrement fier puisqu'on relève dans une lettre adressée à Voltaire et datée du 28-1-1758 *« A vos moments perdus, jetez les yeux, je vous prie, sur FIGURE DE LA TERRE, au sixième volume. »*
La date de la lettre permet d'émettre une hypothèse : l'article FIGURE DE LA TERRE ne faisait vraisemblablement pas partie du projet initial. L'idée est sans doute venue à d'Alembert dans le cours de ses recherches personnelles : le thème lui permettait de faire le point des connaissances à la suite des expéditions récentes au Pérou et en Laponie, tout en lui ménageant la possibilité de faire état de ses propres travaux.

II- Le plan de l'article

1- Un panorama historique, dont l'essentiel du contenu a été fourni par Formey, constitue la plus grande partie de l'article ASTRONOMIE. (Tome I - p 783 à 793 - 1751)[4]

La première page est occupée par une discussion un peu fastidieuse sur la naissance de l'astronomie. L'auteur compare les différentes hypothèses et les arguments en faveur de chacune d'elles, pour finalement faire remonter la naissance de l'astronomie aux Chaldéens.
La partie consacrée à l'astronomie antique, bien que très documentée, est aussi assez difficile à lire : Formey n'y fait pas de différence entre les astronomes dont la contribution a traversé les siècles et les poètes qui ont écrit quelques vers sur le sujet.
En revanche, les pages qui suivent , décrivant l'histoire de l'astronomie de Copernic à Newton, n'ont rien à envier aux ouvrages actuels sur le sujet , tant au niveau de l'exhaustivité que de la précision des informations. Tous les astronomes importants y figurent et leurs apports sont rappelés dans le détail. Bien sûr, un statut particulier est réservé à Copernic : *« Enfin Nicolas Copernic parut. »* et à Newton *: « Newton d'immortelle mémoire. »*
L'auteur consacre ensuite une colonne aux Sociétés Royales, Académies Royales et observatoires créés depuis 1660 et aux astronomes qui s'y sont illustrés ; ainsi cite-t-il :
Halley pour son astronomie des comètes et son catalogue d'étoiles
Flamsteed pour ses importantes observations et son catalogue d'étoiles
Bradley pour sa découverte de l'aberration
Cassini pour ses multiples observations

[4]Pour chaque article, la date fournie est celle de parution du volume. Sauf cas exceptionnels, l'Encyclopédie ne précise pas la date de rédaction de l'article.

Picard pour la mesure de la Terre
La Hire pour ses tables astronomiques
Les Italiens : Gulielmi, Bianchini...
Roemer, sans qu'il soit fait mention ici de la vitesse de la lumière.

La promenade dans l'histoire de l'astronomie se termine par un paragraphe original consacré à *« quelques dames qui ont marché sur les traces de la célèbre Hypathia »*. Je ne résiste pas au plaisir de le citer, trop rares étant les occasions d'entendre parler de femmes astronomes :

« Telle a été Marie Cunitz, fille d'un médecin de Silésie, laquelle fit imprimer en 1650 des tables astronomiques suivant l'hypothèse de Kepler. Maria Clara, fille du savant Eimmart et femme de Muller, tous deux habiles astronomes, fut d'un grand secours à son père et à son mari, tant dans les observations que dans les calculs.
Jeanne du Mée fit imprimer à Paris en 1680 des entretiens sur l'opinion de Copernic touchant la mobilité de la terre, où elle se propose d'en démontrer la vérité. Mademoiselle Winkelman, épouse de M. Godefroi Kirch, partageant le goût de l'astronomie avec son mari, se mit à l'étudier et y fit d'assez grands progrès pour aider M Kirch sans ses travaux. Elle donna au public en 1712 un ouvrage d'astronomie ».

Ce paragraphe surprend agréablement la lectrice du XXème siècle. Mais il n'est pas à proprement parler étonnant au XVIIIème siècle. Plusieurs auteurs, et non des moindres, y consacrèrent des ouvrages aux femmes :
dans ses « Entretiens sur la pluralité des mondes » (1686), Fontenelle s'adresse à une marquise et Lalande écrit en 1786 une « Astronomie des dames ». N'oublions pas non plus que c'est la marquise du Châtelet qui prend en charge la traduction française des « Principia » de Newton.

2- Une mise au point sur le sens du mot « astronomie »

a) astronomie mathématique - astronomie physique

Dès le début de l'article, d'Alembert précise :

« L'Astronomie est, à proprement parler, une partie des Mathématiques mixtes, qui nous apprend à connaître les corps célestes, leurs grandeurs, mouvements, distances, périodes, éclipses. »
mais:

« Il y en a qui prennent le terme Astronomie dans un sens beaucoup plus étendu : ils entendent par là la connaissance de l'univers et des lois primitives de la nature. Selon cette acception, l'astronomie serait plutôt une branche de la physique, que des mathématiques. »
En conclusion de l'article, d'Alembert revient sur cette distinction et montre clairement à laquelle il accorde le plus de prix :

« l'autre (l'astronomie physique) se propose un objet plus élevé et plus étendu. »

b) astronomie ancienne - astronomie nouvelle :

A la fin de l'article, d'Alembert distingue:

« l'Astronomie ancienne, c'est l'état de cette science sous Ptolomée et ses successeurs, c'est l'Astronomie avec tout l'appareil des orbes solides, des épicycles, des excentriques, des déférents, des trépidations etc... L'Astronomie nouvelle, c'est l'état de cette science depuis

Copernic, qui anéantit tous ces orbes, épicycles, et réduisit la constitution des cieux à des principes plus simples, plus naturels et plus certains. »
D'Alembert attribue à Copernic la disparition des orbes et épicycles. Nous savons qu'il n'en est rien : Copernic croyait aux orbes matériels qui l'obligèrent à mettre en place un troisième mouvement de la Terre pour garder une direction fixe à son axe. Il fit aussi un usage fréquent des épicycles pour rendre compte des mouvements des planètes. Mais d'Alembert rectifie en partie cette inexactitude par la suite en précisant que l'Astronomie nouvelle est contenue non seulement dans les livres de Copernic mais aussi dans les oeuvres de Kepler.

III- Une préoccupation constante : citer les sources

On a souvent reproché à l'Encyclopédie de piller de nombreux auteurs sans les citer. Ce n'est pas le cas ici puisque :
- la plupart des affirmations sont étayées par le nom de l'auteur :
« On apprend par un passage de Diodore de Sicile que... »
« Leucippe prétend que... »
- des ouvrages, dans lequel l'auteur a puisé, sont proposés au lecteur pour compléter son information telle « l'astronomie philolaïque » de Bouillaud ou les mémoires de l'Académie des Sciences.

IV- Conclusion

L'article ASTRONOMIE n'est pas, loin s'en faut, le plus passionnant des articles d'astronomie de l'Encyclopédie. La longue discussion du début sur les origines de l'astronomie et l'énumération de tous les personnages ayant contribué peu ou prou aux progrès de cette science peuvent paraître rébarbatives. L'article témoigne néanmoins de la grande érudition de l'auteur et de sa connaissance approfondie des textes fondateurs. De plus, par les renvois, il nous ouvre la porte sur les articles importants que nous étudierons par la suite.
Enfin, dès ce premier article, quelques coups de griffes sont lancés :

contre l'astrologie : *« Comme il (Jérome Cardan) était fort entêté de l'astrologie, il voulut remettre cette prétendue science à l'honneur. »*

contre l'inquisition : *« les opinions de Galilée lui attirèrent les censures de l'inquisition de Rome : mais ces censures n'ont pas empêché qu'on ne l'ait regardé comme un des plus grands génies qui ait paru depuis longtemps. »*

Dans les renvois, ces coups de griffes prendront la forme d'attaques en règle comme nous le constaterons dans les chapitres suivants.

Chapitre III

Les articles rédigés par les auteurs mineurs

I- Les instruments

Les articles consacrés aux instruments d'observation font partie des renvois de l'article ASTRONOMIE et leur auteur J.B. Le Roy est mentionné dans le « Discours préliminaire » : voilà deux éléments qui prouvent que ces articles faisaient partie du projet initial. Rien d'étonnant à celà pour deux raisons au moins :
la première tient au but assigné à l'Encyclopédie : « Dictionnaire raisonné des Sciences », mais aussi « des Arts et des Métiers ».
La seconde tient à l'importance de l'astronomie d'observation au XVIIIème siècle. C'est René Taton qui dit dans son « Histoire générale des sciences » :
« la mesure de la position des astres du système solaire et des étoiles brillantes fut la grande préoccupation des astronomes du XVIII ème siècle. »[5]
Dans ses articles, J.B. Le Roy accorde de l'importance aux deux aspects correspondants :
- donner au lecteur la possibilité de construire ou d'utiliser l'instrument
- montrer la constribution de l'instrument aux découvertes récentes.

L'article SECTEUR ASTRONOMIQUE (tome XIV - p 877 à 881 - 1765) est exemplaire de cette double préoccupation.
Après avoir cité l'inventeur de l'instrument : G. Graham de la Société Royale de Londres, J.B. Le Roy en entreprend la description détaillée, en donne le mode d'emploi et précise comment rectifier l'appareil. Si le lecteur le souhaite, il peut s'appuyer sur les planches correspondantes.
J.B. Le Roy conclut en associant l'instrument à deux résultats majeurs obtenus dans les années qui ont précédé :

« C'est avec un secteur que M. Bradley a fait sa découverte de l'aberration des étoiles fixes, et c'est aussi avec un secteur (...) que M.M. les Académiciens du Nord ont déterminé l'amplitude de l'arc de méridien qui devait établir la grandeur du degré sous le cercle polaire. »

L'expression « M.M. le Académiciens du Nord » désignant bien sûr Clairaut, Maupertuis, Le Monnier et Camus, chargés de l'expédition en Laponie.

L'article TELESCOPE (tome XIV - p 36 à 49 - 1765) est conçu de la même façon. Mais il débute par une définition qui retient notre attention :

« se dit en général de tout instrument d'optique, qui sert à découvrir et voir des objets très éloignés , soit que ce soit directement à travers de plusieurs verres, ou par réflexion au moyen de plusieurs miroirs. »

J.B. Le Roy ne distingue donc pas, comme nous le faisons actuellement, les télescopes des lunettes.

[5]Tome II - page 479.

Le panorama historique est plus étoffé que dans l'article précédent et comporte de nombreuses anecdotes. L'auteur y avoue son incapacité à déterminer l'inventeur du premier télescope puis il passe en revue cinq catégories d'instruments pour lesquels il fournit toutes les indications utiles à une éventuelle construction :
1- le télescope de Galilée comportant un verre objectif convexe et un verre occulaire concave.
2- le télescope du Père Scheiner, à deux verres convexes, conçu sur une idée de Kepler.
3- le télescope aérien qui permit à son inventeur Huygens de découvrir l'anneau de Saturne.
4- le télescope du Père Rheita qui comporte plus de deux verres.
5- le télescope cataoptrique de Newton, utilisant des miroirs. J.B. Le Roy souligne que le Père Mersenne en avait eu l'idée 50 ans auparavant.
L'hommage au siècle prend la forme d'une incitation à lire les travaux d'Euler (1747) et de Clairaut (1760) sur l'aberration chromatique.

L'article QUART DE CERCLE ASTRONOMIQUE (tome XIII - P 666-667 - 1765)
est le plus court et le moins intéressant des trois.
Il donne la description générale de trois variétés de quart de cercle, dont celui de Gunter, et précise la manière de les construire.

II- Les planètes

Les cinq articles portant le nom des cinq planètes connues du système solaire ne sont en général pas complètement rédigés par d'Alembert. Une part plus ou moins importante est laissée aux bons soins de Formey ou de Jaucourt. Des emprunts, toujours signalés, sont également faits à Chambers. La source fondamentale de cette série d'articles est l'ouvrage de Le Monnier « Institutions astronomiques », paru en 1746.

Quel qu'en soit l'auteur, ces articles ont un plan analogue:
- ils débutent par la description chiffrée, les caractéristiques étant bien sûr relatives. (Je rends compte de l'aspect chiffré des articles en annexe).
- sont ensuite évoquées les phases, taches, bandes.
- l'analyse des irrégularités du mouvement de la planète suit.
- si la planète possède un ou plusieurs satellites, il en est alors fait mention.
- enfin les articles se terminent par « l'astronomie comparée », c'est-à-dire la description de ce que verrait un hypothétique habitant de la planète.

Analysons maintenant les éléments originaux contenus dans chacun des cinq articles et précisons leurs auteurs.

JUPITER (tome IX - p 64-65 - 1765)
D'Alembert a rédigé presque tout l'article. Seule l'étude des taches et des bandes est de Formey. Dans le cours de l'article, d'Alembert recommande la lecture du mémoire d'Euler sur les irrégularités de Jupiter, ayant obtenu le prix de l'Académie des Sciences en 1748.

MARS (tome X - p 149-150 - 1765)
Dans la première moitié de l'article, Formey évoque les recherches récentes sur la parallaxe de Mars dans le but de déterminer la parallaxe solaire.
La deuxième moitié, rédigée par d'Alembert, envisage l'hypothèse, jugée plausible par l'auteur, d'une atmosphère sur Mars.

Enfin d'Alembert tire argument de l'absence de satellite[6] pour battre en brèche une idée fort répandue chez ses contemporains : les planètes éloignées du Soleil ont besoin d'un satellite pour leur réfléchir la lumière solaire pendant la nuit.

MERCURE (tome X - p 370-371 - 1765)

Comme pour Mars, Formey se charge de la partie descriptive. D'Alembert se réserve une petite intervention en faveur du système de Copernic :

« Le système de Ptolomée est faux ; car on aperçoit bien quelquefois Mercure entre la Terre et le Soleil et quelquefois au-delà du Soleil ; mais jamais on ne voit la Terre entre Mercure et le Soleil. »[7]

D'Alembert fait enfin remarquer que Mercure a été moins observée que les autres planètes, ses passages davant le Soleil ayant néanmoins fait l'objet des travaux de Picard, Le Monnier et Halley.

SATURNE et SATELLITES DE SATURNE (tome XIV -p 694 à 696 - 1765)

L'intégralité de l'article est de de Jaucourt.

Trois éléments particuliers retiennent l'attention :

de Jaucourt rend compte des doutes sur la rotation axiale de Saturne. A l'époque, le seul moyen de mettre en évidence une rotation axiale est l'observation des taches sur la planète. Or aucune tache n'a pu être décelée à la surface de Saturne. De Jaucourt se montre très prudent : rien ne prouve la rotation axiale.[8]

L'article comporte également quelques paragraphes étonnants décrivant les « phases » de Saturne. Au nombre de quatre, elles portent des noms évocateurs dûs à Huygens : ronde, elliptique, à bras, à anses... Ce n'est qu'après le paragraphe suivant consacré à l'anneau que de Jaucourt nous révèle que les « phases » sont dues aux positions de l'anneau.

Enfin, après l'historique de la découverte et l'analyse du mouvement des satellites, de Jaucourt émet une conclusion fort surprenante :

« c'est sans contredit le plus fort argument que la constitution de l'univers fournit de l'existence de Dieu... »

D'Alembert l'aurait-il reprise à son compte ? Il est permis d'en douter.

VENUS (tome XVII- p 34-35 - 1765)

Mise à part la fin dans laquelle de Jaucourt vante longuement les mérites de l'ouvrage rédigé sur Vénus par l'astronome Italien Bianchini, la totalité de l'article est de d'Alembert.

Comme pour Mercure, les positions relatives Terre-Soleil-Vénus lui fournissent un argument pour l'héliocentrisme :

« Les phénomènes de Vénus démontrent la fausseté du système de Ptolomée ».

D'Alembert évoque également l'éventuel satellite de Vénus observé par Cassini en 1672 et 1686 et fait part de ses doutes sur son existence.[9]

A ce propos, une lettre à Frédéric II de Prusse, datée du 3-11-1764, montre que d'Alembert n'était pas dénué d'humour :

---

[6]Les deux satellites de Mars, Phobos et Deïmos, ne seront découverts qu'en 1877 par l'astronome Hall.

[7]Selon les articles, le nom des planètes est écrit avec ou sans majuscule. Dans les citations, j'ai respecté le texte original sur ce point.

[8]Vers 1790, Herschel donnera une bonne estimation de la période de rotation de Saturne à l'aide de repères pris sur la planète.

[9]Vénus n'a effectivement pas de satellite.

Frédéric II ayant proposé de baptiser ce satellite du nom de son astronome préféré, d'Alembert lui fait cette réponse : *« Elle (Votre Majesté) me fait trop d'honneur de vouloir baptiser en mon nom cette nouvelle planète ; je ne suis ni assez grand pour être au ciel satellite de Vénus, ni assez bien portant pour l'être sur la terre. »*

III- NEBULEUX (tome XI- p 67--68 - 1765)

Cet article a un statut un peu particulier puisque, en dehors des articles consacrés aux instruments, c'est sans doute le seul auquel d'Alembert n'a pas du tout contribué. Le paragraphe de conclusion, dont je parlerai à la fin, peut même laisser supposer qu'il ne l'a pas relu.
Il est vrai que le monde stellaire n'est pas son domaine de prédilection mais il a néanmoins signé l'article ETOILE.
Au début de l'article, tiré de Chambers, nébuleux qualifie *« quelques étoiles fixes, d'une lumière pâle et obscure(...) difficiles à distinguer à la vue simple. »* L'auteur signale qu'
avec un médiocre télescope, on en découvre par centaines dans la nébuleuse du Cancer, celle d'Orion ou celle des Pléiades.
La suite, rédigée par Formey, fait écho à une nouvelle conjecture de Maupertuis : certaines nébuleuses, observées au télescope, ne semblant pas se résoudre en étoiles, ce dernier pense que :

« Il peut y avoir dans les cieux des masses de matière, soit lumineuses, soit réfléchissant la lumière, dont les formes sont des sphéroïdes de toute espèce. »[10]

Formey fait remarquer que Maupertuis ne donne aucune précision sur l'éloignement de ces nébuleuses.

La conclusion de Formey est très pessimiste :

« Toute l'industrie des hommes ne viendra pas à bout de rapprocher les étoiles fixes (...) au point de déterminer quelque chose de précis sur leur grandeur, leur figure, leur éloignement. »

Elle contraste singulièrement avec la foi en la science professée par d'Alembert dans la plupart des articles.

IV- Conclusion

Ce chapitre regroupe un ensemble disparate d'articles dont la caractéristique commune est d'avoir été rédigés, au moins en partie, par un des trois collaborateurs de d'Alembert pour l'astronomie.
Celui-ci s'est complètement déchargé de la responsabilité des articles traitant des instruments au profit du spécialiste J.B. Le Roy. Ces articles correspondent à la préoccupation de « Dictionnaire des Arts et des Métiers » de l'Encyclopédie. Ils poursuivent l'objectif de permettre au lecteur de se construire ou d'utiliser l'instrument décrit.
Les articles concernant les cinq planètes rédigés par Formey ou de Jaucourt, avec ou sans le secours de d'Alembert, forment un corpus assez homogène, en raison notamment du plan commun choisi.

[10]En 1824, Huggins démontrera la nature gazeuse de certaines nébuleuses. Par la suite, d'autres objets classés sous le vocable « nébuleuses » se révèleront être des galaxies.

L'article NEBULEUX est un cas à part, laissé aux bons soins de Formey pour une raison inconnue.
Terminons en remarquant que les deux articles ne portant pas du tout la signature de d'Alembert fournissent l'occasion à leur auteur, de Jaucourt pour SATURNE et Formey pour NEBULEUX, d'émettre des opinions qui n'engagent qu'eux, sur l'existence de Dieu pour le premier et sur les limites de la science pour le deuxième.

Chapitre IV

Les articles militants de d'Alembert

L'Encyclopédie n'est pas une encyclopédie au sens où nous l'entendons aujourd'hui. Les auteurs ne se contentent pas d'y faire le point des connaissances d'une manière aussi objective que possible.
Nous avons vu au chapitre précédent que, même les auteurs que j'ai qualifiés de mineurs, émettent au détour d'un article scientifique des considérations personnelles sur Dieu ou la science.
Bien sûr, d'Alembert ne se prive pas lui non plus de la tribune que lui offrent les articles d'astronomie pour livrer les combats auxquels il tient : ainsi que le dit E. Cassirer dans « La philosophie des Lumières »:
d'Alembert fut non seulement « un des savants les plus considérables de son temps », mais aussi « l'un de ses porte-parole intellectuels »[11].

Dans ce chapitre, j'ai retenu quatre combats menés par d'Alembert, militant des Lumières :
Le premier est le combat en faveur du mouvement de la Terre, pour lequel la mécanique newtonienne a apporté des arguments nouveaux.
Le deuxième est le combat contre l'astrologie, symbole d'obscurantisme et négation du libre arbitre.
Le troisième traverse toute l'oeuvre de d'Alembert. Il s'y révèle le fidèle disciple de Voltaire et lutte, comme son maître, pour que soit « définitivement tranché le lien unisssant théologie et physique »[12], pour reprendre une expression empruntée à E. Cassirer.
Dans le dernier combat, d'Alembert se montre un fervent défenseur de la philosophie newtonienne. Il prône la mise en place d'une véritable éthique scientifique conforme à la pensée de Newton :
- distinguer les faits expérimentaux, les seuls sur lesquels on puisse s'appuyer, des hypothèses et conjectures.
- refuser l'esprit de système.

Analysons maintenant sous quelle forme et avec quels arguments d'Alembert livre ces quatre combats.

I- l'héliocentrisme

On a vu au chapitre précédent que d'Alembert en a déjà donné des « preuves » dans VENUS et MERCURE. Il récidive dans PLANETE (tome XII - page 703 à 708 - 1765)

[11] Page 40.
[12] « La philosophie des Lumières » - page 78.

« Il n'est pas moins certain qu'elle (Vénus) ne tourne pas autour de la Terre, mais autour du Soleil, parce qu'on l'observe toujours dans le même quart de cercle avec le Soleil et qu'elle ne s'en éloigne jamais beaucoup au delà de 45° ».

Mais c'est l'article TERRE (tome XVI - page 166 à 169 -1765) qui contient la « démonstration » du mouvement de la Terre.

Il débute par l'affirmation suivante : *« l'industrie des astronomes de notre siècle a mis hors de doute le mouvement de la Terre. »*

D'Alembert énumère ensuite cinq raisons contre le mouvement de la Terre et dix raisons pour, et insiste sur la différence de nature entre les deux types de preuves :

« les arguments allégués contre le mouvement de la terre sont faibles et frivoles (...) les preuves qu'on donne du mouvement de la terre sont d'une espèce bien différente (...) ce qui vient de ce qu'elles sont tirées des observations (...) et non des raisonnements vagues. »

Voici les cinq objections contre le mouvement de la Terre :

« 1- que la terre est un corps pesant et (...) peu propre au mouvement

2- que si la terre tourne autour de son axe en vingt quatre heures, ce mouvement devrait renverser nos maisons

3- que les corps ne tomberaient pas précisément sur les endroits au-dessous d'eux lorsqu'on les laisse échapper.

4- que ce sentiment est contraire à l'Ecriture

5- qu'il contredit nos sens qui nous représentent la terre en repos. »

Le mépris de d'Alembert pour les géocentristes est grand, qui le pousse à mêler dans son énumération des arguments visiblement ridicules (2) et des arguments beaucoup plus difficiles à combattre , comme celui de la chute des corps (3).

Passons en revue maintenant les dix « preuves » fournies par l'auteur en faveur du mouvement de la Terre.

Les « preuves » 1 et 2 reposent sur la nature relative des mouvements : d'Alembert y rappelle que pour un observateur placé sur la Terre, dans les systèmes de Ptolémée et de Copernic, c'est le soleil qui semble se mouvoir.

Les « preuves » 3 et 4 s'appuient sur la différence entre planètes supérieures et planètes inférieures et reprennent les arguments développés dans MERCURE, VENUS et PLANETE.

Enfin les « preuves » 5 à 10 sont de nature mécanique. Elles mettent en jeu les vitesses :

« si la terre parait en repos et les étoiles se meuvent, la vitesse des étoiles devra être immense, au lieu qu'il ne faudrait, pour expliquer ces mêmes effets, que supposer à la terre un mouvement plus modéré. » (7)

et la loi de gravitation :

« On trouve que la force de gravité décroit à mesure qu'on s'approche de l'équateur et cela arrive dans tous les corps qui ont un mouvement sur leur axe et dans ceux-là seulement (...) »(9).

Dans cette liste, il manque le phénomène d'aberration découvert par Bradley en 1729 auquel d'Alembert fait référence à maintes reprises dans d'autres articles.

Ainsi que le dit J. Gapaillard dans « Et pourtant, elle tourne! » :

« Dans l'Encyclopédie, d'Alembert salue l'exploit de Bradley comme « la plus grande découverte du XVIII ème siècle ». Cependant lorsque, dans cette même Encyclopédie, il dresse laborieusement une liste de dix « preuves » de la mobilité de la Terre, de valeurs bien inégales comme on le devine, d'Alembert oublie fâcheusement le phénomène d'aberration ! C'était

pourtant la seule preuve, apparemment digne de ce nom, d'un mouvement de la Terre dont on disposât à l'époque. »
Mais d'Alembert rachète peut-être cet oubli funeste par le superbe paragraphe sur lequel il conclut sa démonstration :

« En un mot, supposer la terre en repos, c'est confondre et détruire tout l'ordre et toute l'harmonie de l'univers ; c'est renverser les lois, c'est en faire combattre toutes les parties les unes par les autres ; c'est vouloir enlever au créateur la moitié de la beauté de son ouvrage, et aux hommes le plaisir de l'admirer. »

II- l'astrologie

Le combat contre l'astrologie est mené au nom du libre arbitre ; D'Alembert annonce la couleur dans l'article ASTROLOGIE (tome I - page 780 à 783 - 1751)

« L'astrologie judiciaire (...) est l'art prétendu d'annoncer les événements moraux avant qu'ils arrivent. J'entends par événements moraux, ceux qui dépendent de la volonté et des actions libres de l'homme ; comme si les astres avaient quelque autorité sur lui et qu'il en fut dirigé. »

Dans l'article ASTRONOMIE d'Alembert fustige les Chaldéens :

« leur grande étude était l'astrologie judiciaire, science dont on reconnait bien aujourd'hui le ridicule. »

et les rend responsables du désintérêt des Romains vis à vis de l'astronomie :

« La véritable cause de cette négligence à cultiver l'Astronomie est le mépris qu'ils en faisaient. Les Chaldéens qui l'enseignaient à Rome donnaient dans l'astrologie ; en fallait-il davantage pour dégoûter des gens de bon sens ? »

Quant aux Brachmanes qui habitent la côte de Malabar, ils « *ont quelques connaissances de l'astronomie (...) Mais ces connaissances sont obscurcies par quantité d'erreurs grossières, et en particulier par un attachement superstitieux à l'astrologie judiciaire : ils abusent étrangement le peuple par ces artifices. »*

Je terminerai par une brève remarque : d'Alembert ne manque jamais une occasion de dire tout le mal qu'il pense de l'astrologie. Pourtant, l'un de ses héros, Kepler, s'y est adonné sa vie durant. Aucune mention n'y est faite, ni dans l'article KEPLER, ni dans l'article ASTRONOMIE dans lequel l'oeuvre de Kepler occupe un paragraphe.

III- l'Eglise

D'Alembert prend un réel plaisir quand l'occasion lui est fournie de se moquer d'un écclésiastique. C'est ce qui se produit dans l'article LUNE (tome IX page 726 à 737 - 1765)

« *Il est si visible que la lune tourne autour de la terre, que nous ne voyons point qu'aucun philosophe de l'antiquité, ni même de ces derniers temps, ait pensé à faire un système différent. Il était réservé au P.D. Jacques Alexandre, bénédictin, de soutenir le premier que ce n'est point la lune qui tourne autour de la terre, mais la terre autour de la lune. »*

Beaucoup plus sérieuse est l'horreur que lui inspire l'Inquisition
Ainsi écrit-il dans le « Discours préliminaire » :

« Un tribunal devenu puissant dans le midi de l'Europe , dans les Indes, dans le Nouveau -monde, mais que la foi n'ordonne point de croire, ni la charité d'approuver, ou plutôt que la religion réprouve, quoique occupé par ses ministres, et dont la France n'a pu

s'accoutumer encore à prononcer le nom sans effroi, condamna un célèbre astronome pour avoir soutenu le mouvement de la terre , et le déclara hérétique (...). C'est ainsi que l'abus de l'autorité spirituelle réunie à la temporelle forçait la raison au silence ; et peu s'en fallut qu'on ne défendit au genre humain de penser. »

Trois argument sont utilisés par d'Alembert dans son combat pour la séparation de l'Eglise et de la Science :
1- l'Eglise n'a pas de compétence dans le domaine scientifique.
2- Elle a tout à perdre à se mêler de ce qui n'est pas de son ressort.
3- L'Ecriture a été pensée pour le peuple, en utilisant son langage. Elle ne doit pas être prise au pied de la lettre.
Ainsi lit-on dans le « Discours préliminaire » :

« Quoique la religion soit uniquement destinée à règler nos moeurs et notre foi, ils (des théologiens) la croyaient faite pour nous éclairer aussi sur le système du monde, c'est à dire sur ces matières que le Tout Puissant a expressément abandonnées à nos disputes. Ils ne faisaient pas réflexion que les livres sacrés et les ouvrages des Pères, faits pour montrer au peuple comme aux philosophes ce qu'il faut pratiquer et croire, ne devaient point sur les questions indifférentes parler un autre langage que le peuple. »

On trouve les mêmes arguments dans l'article COPERNIC (tome IV - page 173 à 175 - 1754)

« Cette fureur de l'inquisition contre le mouvement de la terre nuit même à la religion : en effet que penseront les faibles et les simples des dogmes réels que la foi nous oblige de croire, s'il se trouve mêlé à ces dogmes des opinions douteuses ou fausses. Ne vaut-il pas mieux dire que l'Ecriture , dans les matières de physique doit parler comme le peuple, dont il fallait bien parler le langage pour se mettre à sa portée ? »

Ses attaques contre l'Eglise valurent à d'Alembert des haines tenaces et des ennemis irréductibles.

IV- l'éthique scientifique

Avant de donner quelques éléments sur la méthodologie prônée par d'Alembert, commençons par montrer ce qu'il ne faut pas faire !
Dans l'article PLANETE (tome II - page 703 à 708 - 1765)
d'Alembert explique comment Wolf démontre que les habitants de Jupiter sont de taille gigantesque en se fondant sur le rapport entre la taille de la prunelle des yeux et la quantité de lumière reçue d'une part, et le rapport entre la dimension de la prunelle et la taille de l'homme, d'autre part.
D'Alembert s'insurge : *« Voilà les égarements où tombe l'esprit humain , quand il se livre à la fureur de faire des systèmes. »*
Gardons-nous des généralisations hâtives ! C'est le conseil que donne d'Alembert dans « Eléments de Philosophie » :

« Nous aimons, il est vrai, à généraliser en philosophie nos découvertes, et jusqu'à nos hypothèses ; cette manière de raisonner nous plaît, parce qu'elle flatte notre vanité et soulage notre paresse ; mais la nature n'est pas obligée de se conformer à nos idées. Tâchons de bien distinguer ce qui est autour de nous , et ne portons notre vue au-delà qu'avec beaucoup de timidité ». .

Distinguons bien les phénomènes observés des hypothèses émises pour en rendre compte. Telle est aussi la conclusion de l'article COMETE (tome III - page 672 à 678 - 1753)

« Tout ce que nous avons dit de la nature des orbites que ces corps décrivent, et sur leurs mouvements, peut être regardé comme vrai géométriquement. Il n'en est pas de même de leurs queues, et de la nature des particules qui les composent. Nous n'avons fait qu'exposer sur cela les conjectures les plus probables. »

En cela , d'Alembert se révèle un fidèle disciple de Newton.

Finalement dans l'article FIGURE DE LA TERRE (tome VI - page 749 à 761 - 1756), dont il est si fier, d'Alembert révèle sa conception de la démarche scientifique . Il reprendra mot pour mot ce paragraphe dans ses « Eléments de philosophie » en 1759 :

« Le génie des philosophes, en cela peu différent de celui des autres hommes, les porte à ne chercher d'abord ni uniformité ni loi dans les phénomènes qu'ils observent ; commencent-ils à y remarquer, ou même à y soupçonner quelque marche régulière, ils imaginent aussitôt la plus parfaite et la plus simple ; bientôt une observation plus suivie les détrompe, et souvent les ramène à leur premier avis avec assez de précipitation, et comme par une espèce de dépit ; enfin une étude longue, assidue, dégagée de prévention et de système, les remet dans les limites du vrai, et leur apprend que pour l'ordinaire la loi des phénomènes n'est ni assez composée pour être aperçue d'un coup, ni aussi simple qu'on pourrait le penser. »

Les exemples choisis par l'auteur sont celui des orbites planétaires et celui de la figure de la Terre : Il rappelle que les orbites planétaires d'abord considérées comme circulaires se virent attribuer par la suite une forme elliptique plus conforme aux observations avant que les dernières recherches ne montrent que des irrégularités subsistent.

V- Conclusion

Tenter de prouver le mouvement de la Terre en 1760 est une gageure. D'autres s'y casseront encore les dents un siècle plus tard. D'Alembert juge néanmoins l'entreprise indispensable car le combat contre les géocentristes n'est pas encore définitivement gagné.

On peut regretter qu'il utilise un ton trop polémique : il tourne en dérision les arguments de ses adversaires et ne prend pas la peine de développer le sujet difficile de la chute des corps. Plus grave, il oublie l'aberration des fixes, seule preuve sérieuse dont on disposait à l'époque.

La charge contre l'astrologie est plus aisée. Au siècle de la Raison, une pseudo-science qui nie la liberté de l'homme et attache son destin à une prétendue influence des astres n'a pas droit de cité.

D'Alembert commet un péché par omission en ne signalant pas que pendant des siècles la frontière entre astrologie et astronomie fut des plus floues et qu'un personnage aussi considérable que Képler gagna sa vie en tirant des horoscopes.

Dans ses attaques contre l'Eglise, d'Alembert sait qu'il affronte un adversaire sérieux et dangereux. S'il se permet quelques plaisanteries sur ce que Voltaire appelle la « physique biblique », il organise surtout une argumentation structurée pour défendre l'indépendance de la physique à l'égard de la théologie.

Enfin, concernant la méthode scientique qu'il souhaite promouvoir, une phrase du « Discours préliminaire » résume son propos :

« Ce grand génie (Newton) vit qu'il était temps de bannir de la physique les conjectures et les hypothèses vagues, ou du moins de les donner pour ce qu'elles valaient, et que cette science devait être uniquement soumise aux expériences et à la géométrie. »

Dans la plupart des articles d'astronomie, « d'Alembert ne dévie pas d'un pouce de la ligne méthodologique tracée par Newton », comme le souligne E. Cassirer.

Chapitre V

La science en marche

De 1747 à 1760, tout en collaborant à l'Encyclopédie, d'Alembert poursuit ses propres recherches en astronomie et en publie les résultats dans deux ouvrages majeurs:
« Recherches sur la précession des équinoxes et la nutation de l'axe de la terre, dans le système newtonien », qui parait en 1749 et « Recherches sur différents points importants du système du monde » dont les deux premiers volumes sont publiés en 1754, le troisième paraissant en 1756.
En raison de la coïncidence parfaite des dates, il semble naturel de trouver, dans les articles d'astronomie de l'Encyclopédie rédigés par d'Alembert, des références à ses recherches personnelles.
J'étudierai ici les articles NUTATION, PRECESSION, FIGURE DE LA TERRE et LUNE, qui correspondent aux sujets traités par d'Alembert dans les deux ouvrages cités plus haut.

I-NUTATION (tome XI - p 286 - 1765)

C'est un article très court qui occupe un quart de page. D'Alembert y distingue l'observation du phénomène, dont la primeur revient à Bradley en 1747, et l'explication théorique, dont il s'attribue le mérite :

« J'ai démontré en 1749, dans mes « recherches sur la précession des équinoxes » que ce phénomène est une suite du système newtonien. » « Voyez aussi la seconde partie de mes « recherches sur le système du monde.»

L'auteur précise que la nutation est un mouvement de l'axe de la Terre, dû à sa figure non totalement sphérique, qu'elle résulte presque uniquement de la Lune et fournit une méthode de détermination de la masse de cette dernière. Cette méthode n'est pas exposée dans l'article NUTATION mais en conclusion de l'article LUNE :

« Par une théorie de la précession des équinoxes et de la nutation, j'ai découvert la masse de la lune d'environ 1/75 de celle de la terre[13] *; c'est à dire environ la moitié de ce qu'avait trouvé M.Newton ; ce calcul est fondé sur ce que la nutation de l'axe de la terre vient presque uniquement de la force lunaire, et qu'au contraire la précession vient de la force lunaire et de la force solaire réunies ; d'où il s'ensuit qu'on trouvera le rapport des deux forces en comparant la quantité observée de la nutation avec la quantité observée de la précession. Or le rapport des forces étant connu, on en déduit aisément la masse de la lune. »*

II- PRECESSION (tome XIII - p 269-270 - 1765)

Cet article d'une page n'est rédigé que pour moitié par d'Alembert. La deuxième partie est l'oeuvre de Formey et constitue une nouvelle attaque contre l'astrologie s'appuyant sur le

[13] Cette méthode est encore utilisée. La valeur donnée actuellement au rapport est 1/81.

déplacement des signes du zodiaque par rapport au calendrier. Mais c'est la première partie qui nous intéresse ici.
D'Alembert commence par exposer les conséquences de la précession des équinoxes, mouvement rétrograde des points équinoxiaux. Il ne s'attarde pas à donner un historique de l'observation du phénomène : si le nom de Hipparque est cité, c'est uniquement pour donner un repère temporel : *« du temps d'Hypparque, les points équinoctiaux étaient aux premières étoiles d'aries et de libra. »*. Tout au plus fournit-il trois valeurs de la période de révolution des points équinoxiaux : 25 816 ans, 25 920 ans et 24 800 ans, attribués respectivement à Tycho, Riccioli et Cassini.
Comme pour NUTATION, ce qui l'intéresse, c'est l'explication du phénomène. Il rappelle que les « Anciens » sans autre précision, croyaient les points équinoxiaux fixes et attribuaient leur déplacement apparent à un mouvement de l'orbe des fixes, puis il en vient au vif du sujet :la précession des équinoxes trouve son origine dans la figure non sphérique de la Terre.
A cette occasion, il commet un petit crime de lèse-majesté:

« Mais quelque ingénieuse que soit la théorie de M. Newton à ce sujet, elle laissait encore beaucoup à désirer, et pour dire le vrai, elle était très fautive et très imparfaite. »

Finalement, il revendique la primeur de la résolution du problème :

« C'est ce que j'ai fait voir en détail dans l'ouvrage que j'ai publié en 1749 , et qui a pour titre , « recherches sur la précession des équinoxes, et sur la nutation de l'axe de la terre, dans le système newtonien » , dans cet ouvrage, j'ai résolu le premier exactement cet important problème de physique.».

III- FIGURE DE LA TERRE[14] (tome VI - p 749 à 761 - 1756)

Ainsi que je l'ai signalé au chapitre II, d'Alembert mentionne cet article dans sa correspondance avec Voltaire, en invitant ce dernier à le lire. Il s'agit d'un article touffu, d'un haut niveau scientifique, destiné à *« ceux qui s'intéressent vraiment au progrès des sciences. »*
D'Alembert prend la peine de le dater (mai 1756), fait suffisamment rare pour être signalé. Essayons d'en dégager les aspects essentiels :

1- l'historique occupe une place assez limitée. L'auteur passe rapidement en revue les *« opinions extravagantes que les anciens ont eues »* sur la figure de la Terre (colonne, cylindre, disque...) Le philosophe de la Raison, pénétré d'un profond respect pour ses prédécesseurs Grecs, en vient même à *« douter que la plupart des philosophes que l'on vient de nommer aient eu des idées si absurdes. »*
Il évoque ensuite Aristote avec lequel la sphéricité triomphe, confirmée bien des siècles plus tard par les grands voyageurs qui entreprennent le tour de la Terre. D'Alembert fait remarquer qu'elle permet la détermination de la circonférence terrestre à l'aide de la mesure d'un degré de méridien. Il fournit plusieurs valeurs, d'Aristote à Riccioli.
Enfin, il conclut sur le XVIIIème siècle qui bat en brèche l'hypothèse si solidement établie :

« La non sphéricité de la Terre doit être regardée comme une découverte qui appartient absolument et uniquement à la philosophie moderne. »

2- les hypothèses en présence.

[14]Une photocopie de l'article est fournie en annexe.

D'Alembert commence par décrire l'état des lieux dans son pays : en France, de nombreux membres de l'Académie des Sciences se rangent à l'avis de Jacques Cassini, exprimé dans « le livre de la grandeur et de la figure de la Terre », paru en 1718 : la Terre est allongée aux pôles, certains nationalistes irréductibles allant jusqu'à penser *« qu'il y allait de l'honneur de la nation à ne pas laisser donner à la Terre une figure étrangère, une figure imaginée par un Anglais et un Hollandais. »*
L'Anglais et le Hollandais dont il est question sont bien sûr Newton et Huygens. L'auteur rappelle que sous des hypothèses différentes, ils penchent tous les deux pour un sphéroïde elliptique aplati aux pôles. Mais ils sont en désaccord sur la valeur de l'aplatissement : 1/578 pour Huygens et 1/230 pour Newton.
D'Alembert fait remarquer que chacun des partis en présence se prévaut des résultats d'une expérience :
pour les partisans de la Terre allongée, il s'agit de la mesure de la méridienne de Collioure à Dunkerque, menée par Jean Dominique et Jacques Cassini.
Pour les tenants de la Terre aplatie, il s'agit de la découverte de l'allongement du pendule par Richer à Cayenne en 1672.
Pour trancher le débat, de nouvelles expériences se révèlent indispensables.

3- le compte-rendu des expériences

Dans le paragraphe qui suit, je reprends la description des expériences données par l'article sans y ajouter de commentaire personnel mais en la structurant en sous-paragraphe dans un souci de clarté.

a) les expéditions au Pérou et en Laponie

La France ne constituant pas un domaine suffisamment étendu pour la comparaison des degrés, l'Académie des Sciences décide de deux voyages :
- Godin, Bouguer et la Condamine partent pour le Pérou en 1735
- Maupertuis, Clairaut, Camus et Le Monnier partent pour la Laponie en 1736.

Ces derniers rentrent en 1737 avec dans leurs bagages un degré de Laponie plus grand que le degré de France : les calculs de Maupertuis donnent un aplatissement au pôle de 1/174.
Plus tard, les mesures faites par les académiciens du Pérou confirment l'aplatissement au pôle mais lui confèrent la valeur de 1/215, proche de celle de Newton.

b) les controverses sur le degré de France

A l'époque des expéditions au Pérou et en Laponie, la référence demeure le degré mesuré par Picard en 1670 entre Amiens et Paris. Mais des voix s'élèvent pour mettre en doute l'exactitude de la mesure de Picard (57060 toises).
Les Académiciens du Nord entreprennent la correction du degré de France à deux reprises, une première fois, pour tenir compte de l'aberration, de la précession et de la réfraction, une seconde fois, en refaisant les mesures astronomiques. Ils retiennent la valeur de 57183 toises (1739).
En 1740, les partisans de l'allongement de la Terre, mettant en cause la base de Picard, effectuent leurs propres vérifications et adoptent la valeur de 57074 toises.

c) le degré d'Italie et le degré du Cap

Des mesures effectuées en Italie par Maire et Boscovitch produisent de nouvelles difficultés car elles ne sont pas conformes aux mesures effectuées en France à la même latitude.
Il en est de même du degré du Cap, mesuré par Lacaille et presque égal au degré de France à 57074 toises.

d) l'allongement du pendule

Les expériences menées à la suite de l'observation faite par Richer à Cayenne confirment l'hypothèse d'une Terre aplatie mais ne conduisent pas à l'aplatissement de 1/230 prévu par Newton.

e) bilan des expériences

Dans la dernière partie de l'article, d'Alembert souligne la victoire incontestable de l'aplatissement au pôle. En revanche, deux problèmes subsistent :
- quelle est la valeur de l'aplatissement ?
- la Terre est-elle un sphéroïde elliptique ?
Toutes les expériences, hormis le degré de France à 57074 toises et le degré d'Italie, confirment l'hypothèse elliptique et un aplatissement proche de celui prévu par Newton. L'article fournit deux tableaux récapitulatifs (que l'on peut consulter sur la photocopie jointe.)

4- les théories

Après les expérimentateurs, voici l'entrée en scène des théoriciens.
L'article utilisant des lois d'hydrostatique devient d'une lecture beaucoup plus difficile pour un profane.
D'Alembert reproche tout d'abord à Newton d'avoir supposé la Terre elliptique sans le démontrer. Puis, avant de faire une large place à ses propres travaux, il rend hommage à deux de ses contemporains :
Mac Laurin qui, en 1740, a démontré que l'hypothèse d'une Terre fluide et homogène conduit à la figure d'un sphéroïde elliptique
Mais surtout Clairaut, auteur en 1742 d'une « Théorie de la figure de la Terre, tirée des principes de l'hydrostatique. »
D'Alembert ne tarit pas d'éloges pour ce dernier :
« M.Clairaut (...)étendit cette théorie beaucoup plus loin. »
« M.Clairaut démontre par un très beau théorème... »
Et c'est en s'appuyant sur les travaux de Clairaut que d'Alembert a mené ses propres recherches dans des hypothèses très générales :

« J'ai enfin donné en 1754, à la fin de mes « Recherches sur le système du monde », une méthode que les Géomètres désiraient, ce me semble, depuis longtemps, pour trouver l'attraction du sphéroïde terrestre dans une infinité d'autres suppositions que celle de la figure elliptique. »

Parmi celles-ci, l'hypothèse de méridiens dissemblables est retenue par Buffon, Maupertuis et La Condamine. Après avoir pesé le pour et le contre, d'Alembert considère que :

« Rien ne nous oblige donc encore à croire les méridiens dissemblables. »

Enfin, après s'être excusé de la longueur de l'article, d'Alembert renvoie ses lecteurs aux ouvrages de Picard, Cassini, Maupertuis, Clairaut, Bouguer et la Condamine et aux mémoires des Académies des Sciences de Paris, St Pétersbourg et Berlin.[15]
Pour conclure, il reconnaît que, malgré les importants progrès effectués, le problème de la figure de la Terre n'a pas trouvé de solution complète et il explique le sens de ses propres travaux :

« Aidé du travail de mes prédécesseurs, j'ai taché dans mon dernier ouvrage de préparer les matériaux de ce qui reste à faire et d'en faciliter les moyens. Quel parti prendre jusqu'à ce que le temps nous procure de nouvelles lumières ? Savoir attendre et douter. »

IV - LUNE[16] (tome IX - p 726 à 737 - 1765)

Cet article daté (15 novembre 1759), est partagé en deux parties par un petit paragraphe de transition qui éclaire sur sa composition :

« Jusqu'ici nous n'avons presque fait que traduire l'article LUNE tel qu'il se trouve à peu près dans l'encyclopédie anglaise et nous y avons joint quelques remarques tirées de différents auteurs, entre autres des institutions astronomiques de M.Le Monnier.
Il s'agit à présent d'entrer dans le détail de ce que les savants de notre siècle ont ajouté à la théorie de Newton. »

Comme dans les articles précédents, la première partie est presque exclusivement descriptive. Elle rend compte de l'observation des phénomènes et de ce que l'auteur qualifie d' « essai de théorie » proposé par Newton. La deuxième partie, beaucoup plus courte mais beaucoup plus dense, fait état des travaux parallèles d'Euler, Clairaut et d'Alembert, analysés par ce dernier, sur un ton dénué d'objectivité...

1- la partie descriptive

Les données chiffrées, sur lesquelles s'ouvre l'article, sont fort précises (périodes, moyenne distance, excentricité) à l'exception du rapport des forces de gravité à la surface de la Lune et de la Terre évalué par Newton à 139/407[17]
Après la description des phases et l'étude de l'inclinaison sur l'écliptique, vient la longue liste des irrégularités du mouvement de la Lune. Elles ont résisté à toutes les tentatives d'explication jusqu'à l'arrivée du « Grand Newton » et la nécessité de l'observation assidue d'une période de 223 lunaisons[18] s'est fait sentir, entreprise par Halley et poursuivie par Le Monnier.
Les avis divergent sur l'occupation du sol lunaire : la présence de montagnes fait l'unanimité (un moyen d'en mesurer la hauteur est d'ailleurs fourni). En revanche, certains auteurs voient des mers là où d'autres voient des cavités.
Les opinions sont également partagées sur l'existence d'une atmosphère et de pluies. Sur ces deux sujets, d'Alembert ne prend pas réellement parti mais insiste néanmoins sur l'analogie Lune - Terre et n'exclut pas la présence de plantes et d'animaux sur la Lune.

2- le problème des trois corps

[15]Voir les références dans la photocopie de l'article jointe en annexe.
[16]Une photocopie de l'article est jointe en annexe.
[17]La valeur actuellement admise est 1/6.

[18]Au bout de laquelle le mouvement se reproduit à l'identique.

Dans la première partie, d'Alembert avait déjà émis quelques réserves sur le travail du maître Newton : comme à d'autres reprises, notamment dans FIGURE DE LA TERRE, il lui reprochait l'absence de démonstration des résultats.
Dans cette deuxième partie, il récidive mais atténue la critique en qualifiant d' *« estimable »* l'essai de théorie du grand homme.
Le moment est alors venu d'exposer le problème des trois corps et de donner les références des ouvrages d'Euler, de Clairaut et...de lui-même sur le sujet.
Il passe ensuite en revues les tables de la Lune disponibles. Sa préférence va à celles de Mayer (1753) bâties à partir de la théorie d'Euler et corrigées par les observations : elles *« ont l'avantage d'être jusqu'ici les plus commodes et les plus exactes que l'on connaisse. »*...En attendant la parution de celles de d'Alembert :
« entièrement nouvelles, dont le calcul est très expéditif, et qui, je crois, répondront assez exactement aux observations. »
En revanche, *« celles de M. Clairaut, qui sont moins exactes que celles de M. Mayer ont encore l'inconvénient de demander beaucoup plus de temps pour le calcul. »*
Enfin, d'Alembert revient sur l'erreur commune aux trois auteurs dans le mouvement de l'apogée de la Lune : ne calculer que le premier terme de la série. Cette erreur avait conduit Clairaut à remettre en cause la loi de la Gravitation Universelle, ce que l'auteur s'était bien gardé de faire. Il reconnaît néanmoins que c'est Clairaut qui s'aperçut le premier de l'erreur et l'en informa.
Pour terminer, il réclame justice pour lui :

« J'ai eu plus de part à la théorie de la lune que certains mathématiciens n'avaient voulu le faire croire. »

et pour Euler :

« Il a aussi travaillé très utilement à cette théorie, quoiqu'on ait aussi cherché à le mettre à l'écart autant qu'on l'a pu. »

Clairaut étant absent de l'énumération, on peut penser que les mathématiciens en question sont ses amis.
En restaurant chacun dans ses droits, l'Encyclopédie aura contribué à son projet :

« L'Encyclopédie faite pour transmettre à la postérité l'histoire des découvertes de notre siècle, doit par cette raison rendre justice à tout le monde ; et c'est ce que nous croyons avoir fait dans cet article. »

V- Conclusion

Les quatre articles traités dans ce chapitre possèdent le trait commun de citer à de multiples reprises les recherches personnelles de d'Alembert.
FIGURE DE LA TERRE et LUNE sont sans doute les articles d'astronomie les plus importants de l'Encyclopédie; du fait notamment du degré d'investissemment de d'Alembert. Trois années, et un monde, les séparent.
Dans le premier, d'Alembert fait sereinement le point des connaissances, rend calmement hommage à Clairaut, fait valoir, assez modestement somme toute, ses propres mérites.
Dans le second, l'heure des règlements de compte a sonné. L'Encyclopédie devient alors, pour d'Alembert, une tribune où il tente de se rendre justice.

Chapitre VI

L'état des connaissances

Un des objectifs primordiaux que d'Alembert assigne à l'Encyclopédie dans le « Discours préliminaire » est de donner un fidèle reflet de l'état des sciences au milieu du XVIIIème siècle.
La finalité du présent chapitre est d'analyser si ce but est atteint dans le corpus des articles d'astronomie.
Pour mener à bien cette tâche une référence est indispensable. J'ai choisi « Histoire générale des sciences » de René Taton. Les titres de paragraphe de ce chapitre reprennent le plan de la partie astronomie du chapitre XVIIIème siècle de cet ouvrage.
Une remarque préliminaire s'impose, empruntée à René Taton :
« L'univers stellaire encore peu accessible ne fera l'objet que d'une description sommaire. Les recherches demeurent concentrées sur les astres du système solaire. »[19]
La simple lecture de l'index des articles d'astronomie proposée à la fin de ce mémoire illustre cette remarque.
Elle justifie la part très importante du chapitre consacrée au point sur le système solaire. L'article ETOILE y sera néanmoins étudié dans le dernier paragraphe.

I- Des directions apparentes aux directions moyennes

Ici intervient la découverte que d'Alembert qualifie de « *plus grande découverte du XVIIIème siècle » :* celle de l'aberration des fixes par Bradley en 1727.
L'article ABERRATION (tome I - p 23 à 25 - 1751) est en grande partie tiré des « Institutions astronomiques » de Le Monnier.
Il comporte un rappel bref des circonstances de la découverte :

« M. Picard et plusieurs autres astronomes après lui, avaient observé dans l'étoile polaire un mouvement apparent d'environ 40'' par an qu'il paraissait impossible d'expliquer par la parallaxe de l'orbe annuel ; parce que ce mouvement était dans un sens contraire à celui suivant lequel il aurait dû être, s'il était venu du seul mouvement de la Terre dans son orbite. »

Ici d'Alembert commet une erreur non contenue dans l'ouvrage de Le Monnier : les ellipses de parallaxe et d'aberration sont décrites dans le même sens mais avec un décalage de trois mois.

Dans la suite de l'article, l'auteur explique que Bradley fut le premier à expliquer ce mouvement par la composition de la vitesse de la Terre sur son orbite et de la vitesse de la lumière.
Pour donner la justification géométrique du phénomène, l'auteur a recours aux planches et à une comparaison due à Maupertuis : pour tirer sur un oiseau qui vole, le chasseur tire en avant de l'oiseau.

[19]Tome II - page 477.

D'alembert voit une confirmation de la théorie de Bradley dans le fait qu'elle fournit la même valeur du temps mis par la lumière pour parcourir la distance Terre Soleil que celle déterminée par Roemer à l'aide des satellites de Jupiter, à savoir 8 min 7 s.
Comme de nombreux articles, celui-ci se conclut par les références de deux démonstrations du phénomène : l'une est due à Clairaut (1737) et l'autre à Simpson (1745).

II- Mouvements dans le système solaire

1- mouvements des planètes

Ils ont déjà été évoqués à l'occasion de l'analyse des articles PLANETE, JUPITER, MARS, MERCURE, SATURNE et VENUS et font l'objet de deux paragraphes dans l'annexe consacrée à la description chiffrée. Voici un bref rappel du contenu de ces articles concernant le mouvement des planètes.
Le mouvement de révolution autour du Soleil est bien connu. Les périodes de révolution et les inclinaisons sur l'écliptique fournies dans l'Encyclopédie et tirées des « Institutions astronomiques » de Le Monnier sont parfaitement exactes.
En revanche, des incertitudes subsistent sur les mouvements de rotation autour de l'axe. C'est l'observation des taches de Vénus, Mars et Jupiter qui a permis de déterminer la période du mouvement de rotation de ces planètes autour de leur axe. Celle de Jupiter (9 h 56 min) et celle de Mars (24 h 40 min) sont exactes. Celle de Vénus est évaluée à 24 h ; or la valeur actuellement admise est d'environ 243 jours ; les taches observées ne se situaient pas sur le sol de Vénus mais dans sa haute atmosphère.
Quant à Mercure et Saturne, les observations sont rendues difficiles par la proximité du Soleil de l'une et la grande distance de l'autre : aucune tache n'a pu y être repérée.
Dans l'article SATURNE, De Jaucourt était méfiant : l'analogie avec les autres planètes laisse penser qu'elle a un mouvement de rotation mais aucune observation ne vient le confirmer. il appliquait là la règle préconisée par d'Alembert : pas d'hypothèses hâtives.
Dans PLANETE, d'Alembert passe outre ses propres recommandations :

« puisqu'il se trouve que le Soleil, la Lune, Jupiter, Mars, Vénus et la Terre tournent autour de leur axe (...), il ne faut pas douter que Mercure et Saturne ne fassent la même chose. »

2- mouvement de la Lune

Prototype du célèbre problème des trois corps, le mouvement de la Lune a occupé Clairaut, Euler et d'Alembert pendant plusieurs années. Ainsi que j'ai tenté de le montrer dans l'article LUNE, il a fait couler beaucoup d'encre... et de fiel.

3- mouvement des comètes

En raison de l'ordre alphabétique, l'article COMETE (tome III - p 672 à 678 - 1753) paraît bien avant la grande effervescence suscitée par le retour de la comète de Halley. Il est antérieur à tous les travaux menés à cette occasion et notamment ceux de Clairaut.
Rédigé quelques années plus tard, il aurait vraisemblablement présenté un intérêt comparable à LUNE ou FIGURE DE LA TERRE. Publié en 1753, il a une tonalité très newtonienne, les thèses du maître n'ayant pas encore été complétées, ni contestées.
Deux grandes questions sont traitées dans cet article :

Tout d'abord, d'Alembert s'interroge sur la nature des comètes : sont-elles des « feux passagers » comme le pense Aristote ou des « corps durables » comme le soutient Newton ?
Il mentionne qu'à la suite d'Aristote, Kepler et Hévélius penchent pour des exhalaisons du Soleil. Les hypothèses de Jacques Bernoulli (satellite d'une planète invisible) ou de Descartes (étoile ayant perdu sa lumière et entraînée dans le tourbillon des étoiles voisines) lui paraissent dénuées de tout fondement expérimental. L'étude détaillée des phénomènes des comètes le conduit à se ranger à l'avis de Newton :

« Les comètes sont des corps solides, fixes et durables ; en un mot c'est une espèce particulière de planètes qui se meuvent librement et vers toutes les parties du ciel dans des orbites très excentriques. »

Ensuite, d'Alembert présente les deux conceptions qui s'affrontent concernant le retour des comètes :
pour Newton, Flamsteed, Halley et lui-même, l'orbite des comètes est elliptique donc elles reviennent, même si leur période est parfois très longue.
Pour La Hire, l'orbite est parabolique : il n'y a pas de retour des comètes.
D'Alembert ajoute un commentaire prophétique :

« La question du retour des comètes est du nombre de celles que notre postérité seule pourra résoudre. »

Cinq ans plus tard, c'était chose faite...
Les références bibliographiques font surtout état des travaux de Halley et de deux ouvrages reprenant la théorie de Newton sur les comètes : ceux de Le Monnier et Maupertuis. En six lignes, l'auteur évoque néanmoins *« une méthode nouvelle et différente de celle de M.Newton, pour déterminer le mouvement des comètes. »* C'est celle d'Euler parue en 1744.

III- Dimension du système solaire

Les distances relatives des planètes au Soleil sont connues depuis longtemps (voir en annexe).
Le passage aux distances absolues s'effectue au XVIIème et XVIIIème siècle grâce à la détermination des parallaxes du Soleil et de la Lune.
L'ouvrage de René Taton fait référence à trois déterminations fondamentales :
- celle de la parallaxe solaire à partir de celle de Mars due à Richer, Picard et Cassini à Cayenne et Paris (expédition de 1671).
- celle de la parallaxe de la Lune par Lacaille et Lalande au Cap et à Berlin (1750-1754).
- celle de la parallaxe du Soleil à l'occasion des passages de Vénus devant le disque solaire en 1761 et 1769.

L' « Histoire générale des Sciences » souligne que « avant cette détermination (celle de 1671), toutes les hypothèses sur les dimensions dans le système solaire étaient de pure fantaisie. »[20]

La lecture de l'article PARALLAXE (tome XI - p 902 à 905 - 1765) se révèle fort décevante. D'Alembert y explique bien que *« le sinus de la parallaxe est (...) en raison inverse de la distance de l'astre à la terre. »*
.Il ajoute que : *« la doctrine des parallaxes est d'une très grande conséquence dans l'astronomie, soit pour déterminer les distances des planètes, des comètes et autres phénomènes célestes, soit pour le calcul des éclipses ou pour trouver la longitude. »*

[20]Tome II - page 490.

Mais il ne rend pas compte des expériences menées pour déterminer les parallaxes. S'il explique les méthodes, il n'évoque ni l'expédition de Richer à Cayenne, ni celle de Lacaille et Lalande au Cap et à Berlin. Quant au passage de Vénus devant le Soleil, il l'évoque en trois lignes et renvoie le lecteur à l'ouvrage de Keill sur le sujet.
La fin de l'article est consacrée à la parallaxe des étoiles dont d'Alembert explique qu'elle constituerait une preuve du mouvement de la Terre si on parvenait à la déceler , ce qui n'est pas le cas, toutes les « parallaxes » décelées étant imputables à l'aberration découverte par Bradley.
Finalement, cet article confus, aux définitions embrouillées et aux références historiques inexistantes montre mal la contribution du siècle à la détermination des parallaxes et par voie de conséquence à celle des distances dans le système solaire.

IV- Forme de la Terre

Autant l'article PARALLAXE est décevant, autant l'article FIGURE DE LA TERRE est complet et met parfaitement en valeur toutes les étapes qui, au cours du XVIIIème siècle, ont entrainé l'acceptation par (presque) tous de l'aplatissement au pôle.
FIGURE DE LA TERRE, analysé au chapitre précédent, réalise parfaitement l'objectif de miroir de la science que d'Alembert assigne à l'Encyclopédie.

V- Catalogues d'étoiles

Si le XVIIIème siècle a peu contribué à l'exploration du domaine stellaire, l' « Histoire générale des sciences » souligne en revanche sa contribution à l'enrichissement des catalogues.
L'article ETOILE (tome VI - p 60 à 64 - 1756) fait mention des 1888 étoiles du catalogue de Halley, des 3000 étoiles de celui de Flamsteed et des 9800 étoiles du ciel austral observées par Lacaille au cours de son voyage au Cap de Bonne Espérance.
Mais cet article présente bien d'autres intérêts : sur un plan très clair, il fait un panorama précis et modeste de ce qu'on sait à l'époque, chaque affirmation étant étayée par une justification :
- puisqu'elles n'ont pas de parallaxe sensible[21], les étoiles sont à des distances considérables.
- malgré les apparences dues à la scintillation, elles n'ont pas de diamètre apparent mesurable.
- leur nombre est très grand, voire infini.
- contrairement à ce que pensait Aristote, l'univers des fixes n'est pas immuable : de nouvelles étoiles apparaissent. D'autres sont d'éclat variable.
- elles brillent de leur propre lumière, sont autant de Soleils et peuvent être le centre d'un système planétaire.
- elles ne sont vraisemblablement pas situées sur une même sphère.
Pour terminer, d'Alembert cite sa source : une fois de plus, il a puisé dans les « Institutions astronomiques » de Le Monnier.

VI- Conclusion

Le lecteur du XXème siècle qui sait ce que l'astronomie doit au XVIIIème siècle et qui se met en quête, dans l'Encyclopédie, d'une synthèse sur l'état des connaissances est déçu par COMETE et PARALLAXE, pour deux raisons complètement différentes

[21]La première parallaxe stellaire sera découverte par Bessel en 1838.

PARALLAXE est un article médiocre : les définitions fournies ne sont pas claires ; les expériences menées autour des parallaxes solaire et lunaire ne sont pas retracées ; aucun résultat sur les distances dans le système solaire n'est donné.
Du fait de l'ordre alphabétique, COMETE paraît six ans trop tôt, six ans avant le tapage occasionné par le retour de la comète de Halley. C'est un article qui rend honnêtement compte de l'état des connaissances après Newton mais avant Clairaut.
Il n'est pas étonnant de constater que les articles qui jouent le mieux leur rôle de reflet du développement de l'astronomie au milieu du XVIIIème siècle sont FIGURE DE LA TERRE et LUNE, c'est à dire les deux articles qui doivent le plus aux recherches personnelles de d'Alembert.
La bonne surprise vient de ETOILE. Traitant d'un sujet qui n'est pas le domaine de prédilection de d'Alembert, il se révèle bien structuré et va clairement à l'essentiel, sans les longues digressions qui rendent la lecture de certains articles si difficile.

Conclusion

Bien sûr, l'étude menée ici sur une vingtaine d'articles d'astronomie de l'Encyclopédie ne peut prétendre à l'exhaustivité. Mais quelques remarques générales peuvent néanmoins être formulées :

- D'Alembert ayant pris en charge lui-même la rédaction de la plupart des articles d'astronomie, il leur apporte sa caution scientifique. J'ai relevé peu d'erreurs et, malgré quelques remarques personnelles de Formey et de Jaucourt, je n'ai pas noté de réelles contradictions d'un article à l'autre. Le reproche de bric-à-brac hétéroclite parfois fait à l'Encyclopédie ne peut s'appliquer à l'ensemble des articles d'astronomie.

- Pour mener à bien sa lourde tâche, d'Alembert ne fait pas toujours oeuvre originale : il puise parfois dans l'encyclopédie anglaise de Chambers et souvent dans les « Institutions astronomiques » de son ami P.C. Le Monnier. Mais il ne s'agit pas d'un pillage sans vergogne : les sources sont toujours mentionnées et dans bien des cas, d'Alembert prend la peine de réécrire les paragraphes empruntés.

- Les articles d'astronomie de l'Encyclopédie contribuent au « succès différé de la loi de gravitation universelle », selon l'expression empruntée à l' « Histoire Générale des Sciences » de René Taton. La plupart constituent des hymnes à la gloire de Newton. L'hypothèse des tourbillons de Descartes est évoquée mais comme un épisode historique révolu. La mécanique newtonienne étant parfaitement assise, d'Alembert peut même se permettre quelques réserves sur la qualité de certains travaux du maître.

- Bien que vivant au coeur de la mêlée, d'Alembert sait dégager les contributions essentielles de son siècle aux progrès de l'astronomie. Tout en faisant la part belle à son oeuvre propre, il sait, la plupart du temps, rendre compte des apports de ses rivaux, nous offrant un panorama assez complet de l'état de la science au milieu du XVIIIème siècle.

- Mais ce qui fait l'originalité des articles d'astronomie pour le lecteur du XXème siècle, c'est surtout la façon dont d'Alembert s'en sert comme d'une tribune pour défendre son idéal de foi en la raison contre : les géocentristes attardés
l'astrologie obscurantiste
les errements de l'esprit de système
les fureurs de l'Inquisition.
Dans tous ces combats, il se révèle un parfait philosophe des Lumières.

- Malheureusement, la fin justifie parfois les moyens. Le sens de la polémique l'emporte alors sur l'esprit scientifique : il nuit à la démonstration de l'héliocentrisme dans l'article TERRE, et Clairaut en fait les frais dans LUNE.
Ainsi que le dit Joseph Bertrand, le biographe de d'Alembert :
« La géométrie respecte toujours la logique ; les géomètres l'oublient quelquefois. »[22]

[22] « D'Alembert » - page 94.

Index des articles cités

titre	auteurs	tome	pages	parution	chapitre
ASTRONOMIE	(O)	I	783 à 793	1751	II

1- renvois de ASTRONOMIE

COMETE	(O)	III	672 à 678	1753	IV et VI
COPERNIC	(O)	IV	173 à 175	1754	IV
ETOILE	(O)	VI	60 à 64	1756	VI
LUNE	(O)	IX	726 à 737	1765	IV et V
PLANETE	(O)	XII	703 à 708	1765	IV et VI
QUART DE CERCLE	T	XIII	666 - 667	1765	III
SATURNE	DJ	XIV	694 à 696	1765	III et IV
SECTEUR	T	XIV	877 à 881	1765	III
TELESCOPE	T	XVI	36 à 49	1765	III
TERRE	Chambers - Wolf - (O)	XVI	166 à 169	1765	IV

2- renvois des autres articles

ABERRATION	(O)	I	23 à 25	1751	VI
FIGURE DE LA TERRE	(O)	VI	749 à 751	1756	IV et V
JUPITER	Chambers - Formey - (O)	IX	64-65	1765	III et VI
MARS	Formey - (O)	X	149-150	1765	III et VI
MERCURE	Formey - (O)	X	370-371	1765	III et VI
NEBULEUX	Chambers - Formey	XI	67-68	1765	III
NUTATION	(O)	XI	286	1765	V
PARALLAXE	(O)	XI	902 à 905	1765	VI
PRECESSION	Formey - (O)	XIII	269-270	1765	V
VENUS	DJ - (O)	XVII	34 - 35	1765	III et VI
ASTROLOGIE	(O)	I	780 à 783	1751	IV

Résumé des articles non cités

Comme son titre l'indique, ce résumé concerne tous les articles qui n'ont pas été cités au cours des chapitres.
Entre parenthèses, sont indiqués dans l'ordre : l'auteur, le tome, les pages et la date de parution du tome.

I- Renvois de l'article ASTRONOMIE

ANNEAU (de Saturne)((O)-I-p 480- 1751)
- C'est *« un cercle mince et lumineux qui entoure le corps de cette planète, sans cependant y toucher »*.
- découvert par Huygens.
- ses caractéristiques (inclinaison sur l'écliptique ; diamètre).
- l'usage en est inconnu : *« il est probable qu'on l'ignorera longtemps encore »*.
- d'Alembert donne une conjecture de Maupertuis sur sa formation (existence de deux centres de gravité).

ECLIPTIQUE ((O) -V - p 299 et 300-1755)
« Dans le système de Copernic qui est aujourd'hui presque généralement reçu, le soleil est immobile au centre du monde : ainsi, c'est proprement la terre qui décrit l'écliptique. »
- zodiaque, pôles, noeuds , points équinoxiaux.
- liens avec les éclipses.
- rétrogradation des points équinoxiaux.
- obliquité : *«ç'a été une grande question parmi les astronomes modernes de savoir si l'obliquité de l'écliptique est fixe ou changeante. »*

D'Alembert dresse un inventaire des valeurs depuis Pythéas (324 avant J.C.) jusqu'à La Hire (1702).
Les différences ont conduit la plupart des astronomes à considérer cette obliquité comme décroissante. Mais il convient d'être prudent en raison de la mauvaise qualité des gnomons et de la non prise en compte de la réfraction.
- nutation observée par Bradley .
- l'écliptique n'est pas parfaitement plane , du fait de l'action de la Lune (d'Alembert cite son ouvrage « Recherches sur le Système du Monde. »).

EPICYCLE ((O) -V -p 785 et 786 - 1755)
- C'est une *« manière ingénieuse »* de Ptolémée pour *« sauver les phénomènes des planètes »* qui s'expliquent mieux chez Copernic.
- elle permet de bâtir des tables.
- elle est bannie en théorie mais sert encore pour expliquer les irrégularités de la Lune, notamment chez Halley.

GLOBE ((O) -VII - p 707 à 715 - 1757)
D'Alembert signe lui-même ce long article concernant deux instruments globe terrestre et globe céleste, dont il donne la description, la construction et l'utilisation.

ORBITE ((O) et Chambers - XI -p 576 - 1765)
- rappel des lois : orbites elliptiques, soleil au foyer, loi des aires.
- les anciens même Copernic supposaient les orbites circulaires.
- Cassini a défini une nouvelle ellipse (dont la définition s'écrit en notations modernes MF. MF' = constante) mais *« comme cette ellipse de Cassini ne paraît guère s'accorder avec les observations, il est singulier qu'il en ait fait l'orbite des planètes. »*
- tout le monde n'est pas d'accord sur le diamètre de l'orbite terrestre qui dépend de la parallaxe solaire.
- inclinaison sur l'écliptique des orbites des planètes (voir annexe).
- orbites des comètes : - droite pour Cassini
- parabole ou ellipse pour Halley qui utilise la mécanique newtonienne.
« ce mouvement répond très bien aux observations. ».

PERIODE ((O) et Chambers -XII -p 360 et 361 - 1765)
- définition.
- *« les périodes des comètes sont inconnues pour la plupart »*.
- loi liant a et T et tableau déterminant a pour chaque planète en fonction du demi-grand axe de l'orbite terrestre (voir annexe).
- les différents types de périodes.

SATELLITE ((O) - XIV -p 683 à 686 - 1765)
- *« des planètes secondaires qui se meuvent autour d'une planète première »*.
- les satellites connus sont : - la Lune
- les quatre satellites galiléens de Jupiter
- cinq satellites de Saturne.
On suspecte Vénus d'avoir également un satellite.
« Il n'y a pas grand sujet d'espérer qu'on en découvre d'autres ».
- histoire de la découverte des satellites - phénomènes observés - périodes - distances.
- les éclipses et leur intérêt : - mesure des distances.
- découverte par Roemer de la propagation non instantanée de la lumière.
- longitudes.
- usage des satellites : l'opinion commune est qu'ils suppléent la faiblesse de la lumière reçue par les planètes éloignées.
D'Alembert donne quelques arguments contre cette opinion et conclut : *« Que faut-il croire sur l'usage des satellites ? il faut savoir dire qu'on l'ignore. »*

SOLEIL (Chambers et (O) -XV -p 313 à 315- 1765)
« On met ordinairement le soleil au nombre des planètes mais on devrait plutôt le mettre au nombre des étoiles fixes ; »
- *« le soleil est le centre du système des planètes et des comètes. »*
- mouvement de rotation mis en évidence par les taches.
- autres mouvements dus à l'influence des planètes.
- mouvement apparent annuel.
- les taches : - elles sont à la surface du Soleil contrairement à ce que croient certains auteurs.

- elles varient.
- macules et facules.

- *«la substance du soleil est une matière ignée »* ; justification.
- *« la figure du soleil est un sphéroÏde plus élevé sous son équateur que sous ses pôles »* ; justification.
- *« les astronomes ne sont point d'accord sur la distance du soleil. »*

La Hire donne 17188 dT et Cassini 14182 dT.
- valeurs du diamètre apparent de Ptolémée à La Hire.

SYSTEME (Chambers et (O) -XV - p 778-779 - 1765)
- système de Ptolémée : description et partisans :
- *« Nous n'exposons ici que ce qu'il y a de plus simple dans le système de Ptolomée. Si nous y ajoutions tous les cieux de cristal qu'il imaginait pour rendre raison des différents phénomènes célestes, c'en serait assez à un bon esprit pour rejeter entièrement cette hypothèse. »*
- système de Copernic : description

« C'est le plus ancien ; c'est le premier qui ait été introduit par Pythagore en Grèce et en Italie. »
- système de Tycho Brahé : description

« Il n'y a aucune raison ni aucun phénomène dans la nature qui oblige d'avoir recours à un subterfuge si manifeste, que l'auteur n'a employé lui-même que par le motif de la persuasion superstitieuse où il était que c'était une chose contraire à l'Ecriture, que de supposer le Soleil immobile et la Terre en mouvement. »
- Le mouvement de la Terre n'intéresse pas la foi et la fausseté du système de Tycho est prouvée par Kepler et Newton.

TABLES ASTRONOMIQUES (Chambers et (O) - XV - p 797 et 798 - 1765)
- Liste des tables dans l'ordre chronologique de Ptolémée à Le Monnier.

TACHES ((O) -XV - p 813 et 814 - 1765)
- taches du Soleil : - leur observation par Galilée et Scheiner
  - les propriétés déduites concernant le Soleil
- taches de la Lune : *« l'opinion la plus générale et la plus probable est que les taches de la lune sont des mers, des lacs, des marais. »*. D'autres pensent qu'il s'agit de forêts.
- taches des planètes permettant d'en déduire leur mouvement de rotation.

2- Renvois des autres articles

ALMAGESTE (non signé (Diderot ?) -I - p 290 - 1751)
- l'origine du nom
- le contenu du livre : *« l'Almageste a été longtemps regardé comme une des plus importantes collections qui eussent été faites de toute l'astronomie ancienne. »*
- les diverses traductions.

ASTRE ((O) -I - p 778 - 1751)
Article très court fournissant la définition : mot général désignant les étoiles, planètes, comètes.

COSMOGRAPHIE ((O) -IV - p 293 et 294 - 1754)
- définition.

- opposition entre cosmographie et cosmologie.
- deux parties ; l'astronomie et la géographie.
-exposé succinct du système du monde contenant des données chiffrées sur les planètes (voir annexe).

GALAXIE ((O) -VII -p 429 - 1757)
- *« c'est cette longue trace blanche et lumineuse, qui occupe une grande partie du ciel et qui se remarque aisément dans une nuit calme et sereine. »*
- opinion commune depuis Galilée : amas de petites étoiles faibles.
- non encore adoptée par tous les astronomes : Le Monnier pense que la Voie Lactée serait composée de la même matière que les étoiles nébuleuses.

GEOCENTRIQUE ((O) -VII - p 606 - 1757)
- définition.
- *«le mot géocentrique n'est en usage dans la nouvelle astronomie que pour qualifier la latitude (...), le lieu (...) , la longitude (...) d'une planète. »*

HELIOCENTRIQUE ((O) et Chambers - VIII - p 102 - 1765)
- définition.
- lieu et latitude héliocentrique.

KEPLER (lois de) ((O) - IX - p 119 - 1765)
- deux lois sont citées : la loi des aires et la loi qui lie a et T.
- les lois de Kepler ont été justifiées par Newton.

LIBRATION ((O) -IX - p 479 et 480 - 1765)
- *« c'est une irrégularité apparente dans le mouvement de la lune, par laquelle elle semble balancer sur son axe. »*
D'Alembert explique la cause de cette libration en s'appuyant sur une planche. Il renvoie le lecteur à ses écrits sur le sujet.
- libration de la Terre : *« c'est, suivant quelques anciens astronomes, le mouvement par lequel la terre est tellement retenue dans son orbite, que son axe reste toujours parallèle à l'axe du monde. »*
D'Alembert évoque Copernic et justifie l'inutilité de ce mouvement.
- Conclusion sur : *« toute la question qu'on peut faire ici, c'est de savoir pourquoi l'axe de la terre est dans cette situation. »*. Une réponse physique est difficile même dans le système de Newton.
D'Alembert ridiculise l'explication de l'abbé Pluche reposant sur la punition divine.

ORBE (non signé (sans doute DJ) - XI - p 575 - 1765)
- *« se dit dans l'astronomie ancienne, d'un corps ou espace sphérique terminé par deux surfaces. »*
- *« dans l'astronomie moderne, l'orbe d'une planète est la même chose que son orbite. »*

Remarque : ne sont pas répertoriés ici les renvois sur des
articles très généraux : MATHEMATIQUES , NATURE....
articles de mécanique : ATTRACTION , GRAVITATION....

Eléments biographiques

Ces éléments biographiques concernent la plupart des personnages cités dans le mémoire. L'accent est mis sur ce qui, dans la vie et l'oeuvre de ces personnages, a trait à l'astronomie ou à l'Encyclopédie.

D'Alembert Jean Le Rond (Paris 1717 - 1783) voir chapitre I

Bernoulli Daniel (Groningen 1700 - Bâle 1782)
Médecin, mathématicien, physicien
Nommé en 1748 associé étranger de l'Académie des Sciences dont il remporte le prix en 1734, pour son travail sur l'inclinaison des orbites planétaires.

Bianchini François (Vérone 1662 - 1729)
Astronome chargé par le pape de la réforme du calendrier.
Associé étranger de l'Académie des Sciences.
Publie en 1728 le compte-rendu de ses observations sur Vénus.

Bouguer Pierre (Le Croisic 1698 - Paris 1758)
Physicien, membre de l'Académie des Sciences, à partir de 1731.
Participe à l'expédition du Pérou pour la mesure d'un degré de méridien en 1735.

Bouillaud Ismaël (Loudun 1605 - Paris 1694)
Auteur de l' « astronomie philolaïque » (1645) dans laquelle il donne une histoire abrégée de l'astronomie contestant les lois de Képler.

Bradley James (Sherborne 1693 - Chalford 1762)
Professeur à Oxford, il consacre sa vie aux observations astronomiques.
Nommé membre de la Société Royale de Londres en 1718.
Découvre l'aberration des fixes en 1727.
Nommé astronome royal à Greenwich en 1741, il met en évidence la nutation de l'axe terrestre en 1747.
Associé étranger de l'Académie des Sciences, à partir de 1748..

Cardan Jérôme (Pavie 1501 - Rome 1576)
Professeur de mathématiques, de médecine et astronome.
Connu pour sa méthode de résolution des équations du troisième degré (en partie « empruntée » à Tartaglia.)

Cassini Jean-Dominique (Périnaldo 1625 - Paris 1712)

Astronome, appelé d'Italie par Colbert pour organiser l'Observatoire de Paris.
Découvre quatre satellites de Saturne : Japet en 1671, Rhéa en 1672, Téthys et Dioné en 1784.

Chambers Ephraïm (Kendal vers 1680 - Islington 1740)
Auteur d'une encyclopédie en deux volumes , parue en 1728 et qui connut de nombreuses éditions.
Membre de la Société Royale de Londres.

Clairaut Alexis-Claude (Paris 1713 - 1765)
Mathématicien, astronome, reçu à l'Académie des Sciences à 18 ans.
Participe à l'expédition de Laponie pour la mesure d'un degré de méridien en 1736.
Auteur, entre autres, de « Théorie de la Figure de la Terre » (1743)
« Théorie de la Lune » (1752)
« Théorie du mouvement des Comètes » (1760)
Entre en compétition avec Euler et d'Alembert pour la résolution du problème des trois corps.

La Condamine Charles Marie de (Paris 1701 - 1774)
Mathématicien, géodésien, naturaliste.
Nommé membre adjoint de l'Académie des Sciences en 1730.
Dirige avec Bouguer l'expédition du Pérou en 1735.
Membre de la plupart des académies des sciences d'Europe.

Condorcet Marie Jean Antoine Caritat de (Ribemont 1743 - Bourg la Reine 1794)
Philosophe, mathématicien et homme politique.
Nommé membre adjoint de l'Académie des Sciences en 1769.
Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences à partir de 1773.
Exécuteur testamentaire de d'Alembert.

Copernic Nicolais (Torun 1473 - Frombork 1543)
Etudie la médecine, l'astronomie, la théologie.
Publie en 1543 « De Revolutionibus Orbium Caelestium » dans lequel il espose son système héliocentrique.

Cunitz Marie (Silésie XVIIème siècle)
Auteur de tables astronomiques.

Descartes René (La Haye Indre et Loire 1596 - Stockholm 1650)
Philosophe, mathématicien, physicien.
Partisan prudent du système de Copernic.
Explique les mouvements planétaires par l'hypothèse des tourbillons.

Diderot Denis (Langres 1713 - Paris 1784)
Philosophe, co-directeur de l'Encyclopédie .

Eimmart Maria Clara (vers 1650)
Aide son père à réaliser des dessins d'éclipses , de taches solaires...
Epouse et collaboratrice de Müller.

Euler Leonhard (Bâle 1707 - St Pétersbourg 1783)
Mathématicien et astronome, membre de toutes les académies européennes.
Auteur d'une solution du problème des trois corps, ses travaux sur le sujet seront couronnés par l'Académie des Sciences en 1748 et 1752.

Flamsteed John (Denby 1646 - Greenwich 1719)
Nommé en 1675 premier astronome royal, il organise l'observatoire de Greenwich, perfectionne les instruments et les méthodes d'observation. Il réalise un catalogue d'étoiles.

Formey Jean Henri Samuel (Berlin 1711 - 1797) voir chapitre I

Galilée Galileo (Pise 1564 - Arcetri 1642)
Physicien, astronome, découvre la loi de la chute des corps.
Introduit l'usage de la lunette en astronomie et découvre les quatre principaux satellites de Jupiter, les phases de Vénus...
Défenseur acharné du système de Copernic, doit se rétracter devant l'Inquisition en 1633.

Graham George (Kirklington 1675 - Londres 1751)
Horloger et mécanicien, imagine et perfectionne des instruments d'astronomie pour Halley et Bradley.

Guglielmi Dominique (Bologne 1655- 1710)
Docteur en médecine et mathématicien.
Membre de la plupart des académies d'Europe.

Gunter Edmund (Hereford 1581 - Gresham 1626)
Mathématicien , concepteur d'instruments de géométrie et d'astronomie.

Halley Edmund (Hoggerston 1656 - Greenwich 1742)
Astronome royal de Greenwich.
Ami de Newton dont il soutient les recherches.
Prédit le retour de la comète qui porte son nom.

Hévélius Jean (Dantzig 1611 - 1687)
Astronome, observe pendant une cinquantaine d'années avec des instruments de sa fabrication.

La Hire Philippe (Paris 1640 - 1718)
Astronome et mathématicien.
Participe aux travaux de Picard sur la mesure du degré de méridien de France.

Huygens Christian (La Haye 1629 - 1695)
Physicien et astronome , appelé en France par Colbert.
Concepteur d'instruments d'observation.
DécouvreTitan, le plus gros satellite de Saturne en 1655 et l'anneau en 1656.
Nommé membre de l'Académie des Sciences en 1666.

Hypathia (Alexandrie vers370 -41( )
Mathématicienne, fille de l'astronome Théon d'Alexandrie.

De Jaucourt Louis (1704 - 1779) voir chapitre I

Keill John (Edimbourg 1671 - 1721)
Professeur d'astronomie à Oxford , le premier à enseigner la physique newtonienne.

Kepler Johannes (Weil der Stadt 1571 - Ratisbonne 1630)
Partisan du système de Copernic.
Découvre, grâce aux observations précises de Tycho Brahé, les lois du mouvement des planètes.

Kirch Gottfried (Guben 1639 - Berlin 1710)
Astronome, directeur de l'observatoire de Berlin.

Lacaille Nicolas Louis de (Rumigny 1713 - Paris 1762)
Astronome, participe à la vérification de la méridienne de France (1739-1740).
Nommé membre adjoint de l'Académie des Sciences en 1741.
Effectue un voyage au cap de Bonne Espérance de 1750 à 1754, au cours duquel il mesure un degré de méridien et élabore un catalogue d'étoiles du ciel austral.

Lalande Joseph Jerôme Le Français de (Bourg en Bresse 1732 - Paris 1807)
Astronome, mesure précisément la parallaxe de la Lune.
Auteur de divers travaux de mécanique céleste et d'un catalogue d'étoiles.
Nommé membre adjoint de l'Académie des Sciences en 1753.

Le Monnier Pierre Charles (Paris 1715 - Hérils 1799)
Astronome, membre de l'Académie des Sciences (1736).
Participe à l'expédition en Laponie pour la mesure du degré de méridien en 1736.
Auteur de tables et de catalogues d'étoiles.
Publie en 1746 ses « Institutions astronomiques ».

Le Roy Jean Baptiste (1720 - 1800) voir chapitre I

Le Roy Julien (Tours 1686 - Paris 1759) Père du précédent.
Horloger, perfectionne les engrenages et l'échappement à cylindres.

Maupertuis Pierre Louis de (St Malo 1698 - Bâle 1759)
Mathématicien, physicien ; membre adjoint de l'Académie des Sciences à partir de 1723, dirige l'expédition en Laponie pour la mesure d'un degré de méridien en 1736.
Directeur de l'Académie Royale de Berlin

Mayer Tobias (Marbach 1723 - 1762)
Directeur de l'observatoire de Göttingen , auteur de tables de la Lune et d'un catalogue d'étoiles.

Mersenne Marin (Oizé 1588 - Paris 1648)

Ami et correspondant de Descartes et de nombreux autres savants.

Müller Jean Henri (Nüremberg 1671 - Altorf 1731)
Physicien et astronome.

Newton Isaac (Woolsthorpe 1642 - Kensington 1727)
Mathématicien, physicien, astronome, membre de la Société Royale de Londres
Publie en 1686-1687 les « Philosophiae naturalis principia mathematica » dans lesquels il énonce les principes élémentaires de la dynamique et la loi de la gravitation universelle.
Nommé associé étranger de l'Académie des Sciences en 1699.

Picard Jean (La Flèche 1620 - Paris 1682)
Astronome, membre de l'Académie des Sciences à partir de 1666.
Mesure un degré de méridien entre Paris et Amiens (1669-1670).

Ptolémée Claude (Ptolemaïs vers 100 - Canope vers 170)
Astronome, auteur de l' « Almageste », vaste traité d'astronomie faisant le point sur les connaissances de l'époque.

Rheita Antoine Marie (Bohême fin du XVIème - Ravenne 1660)
Astronome, observateur, inventeur du télescope.

Richer Claude (Auxerre 1680 - Provins 1756)
mathématicien, auteur de travaux sur le cadran solaire.

Römer Olaus (Copenhague 1644 - 1710)
astronome venu en France à la demande de Picard , membre de l'Académie des Sciences.
Découvre en 1676 la finitude de la vitesse de la lumière en étudiant les satellites de Jupiter.

Scheiner Christoph (Wald 1575 - Neisse 1650)
Astronome jésuite, adversaire de Galilée, a observé les taches solaires.

Simpson Thomas (Market-Bosworth 1710 - 1761)
Mathématicien, auteur de travaux sur la figure de la Terre, la théorie de la Lune et la précession des équinoxes, postérieurs à ceux de Euler, Clairaut et d'Alembert.

Winkelman Marie Marguerite (Panitzch 1670 - Berlin 1720)
Epouse et collaboratrice de Gottfried Kirch.

Wolf Christian (Breslau 1679 - Halle 1754)
Mathématicien et philosophe allemand disciple de Leibniz.
Nommé associé étranger de l'Académie des Sciences en 1733.

Annexe I

Une source primordiale : les « Institutions astronomiques » de P.C. Le Monnier

Les « Institutions astronomiques » de P.C. Le Monnier sont incontestablement l'ouvrage le plus fréquemment cité dans les articles d'astronomie de l'Encyclopédie.
La présente annexe a pour but de tenter de donner les raisons et d'analyser la nature des emprunts effectués.

I- L'auteur

Pierre-Charles Le Monnier (1715-1799) n'est pas le seul scientifique de la famille. Son père est membre de l'Académie des Sciences et son frère Louis-Guillaume est cité dans le « Discours préliminaire » de l'Encyclopédie pour deux articles : AIMANT et ELECTRICITE.
Pierre-Charles entre à l'Académie des Sciences en 1736 et participe aussitôt à l'expédition en Laponie, pour la mesure d'un degré de méridien, en compagnie de Maupertuis, Clairaut et Camus.
Sa carrière, couronnée par son admission dans toutes les académies des sciences d'Europe, est toute entière consacrée à l'observation.[23]
Le théoricien d'Alembert trouve en lui son indispensable complément expérimentateur : dans le discours préliminaire des ses « Recherches sur différents points importants du système de monde » (1754), après avoir rendu hommage au « travail assidu et délicat de Le Monnier pour déterminer les mouvements de la lune », il exhorte tous les astronomes à prendre pour référence les tables de la Lune des « Institutions astronomiques ».
Naturellement, lors de la querelle autour du problème des trois corps, Le Monnier manifeste un soutien indéfectible et actif à d'Alembert et se fâche donc avec son élève Lalande qui a pris le parti de Clairaut.
C'est une attaque de paralysie survenue en 1791 qui mettra un terme aux observations de Le Monnier.

II-l'oeuvre

La genèse des « Institutions astronomiques » présente un certain parallèlisme avec celle de l'Encyclopédie. Dans les deux cas, le projet initial est la traduction d'un ouvrage anglais et dans les deux cas, le projet initial est rapidement étendu.

[23]Dans ses carnets, on trouve trace de douze observations d'Uranus dont il ne perçoit pas le caractère de planète. Cette découverte est à porter au crédit de Herschel en 1781.

Le livre de Le Monnier est la traduction de l' « Introduction à la vraie astronomie » de John Keill, publiée en 1718 par ce professeur d'astronomie à Oxford qui fut le premier à y enseigner la philosophie newtonienne.
Une citation de l'article ASTRONOMIE de l'Encyclopédie éclaire parfaitement sur le contenu des 660 pages des « Institutions astronomiques » :
« Le dernier de ces traités[24] *a été donné en français par M. Le Monnier en 1746, avec plusieurs augmentations très considérables, relatives aux nouvelles découvertes qui ont été faites dans l'Astronomie ; il a enrichi cet ouvrage de nouvelles tables du soleil et de la lune, et des satellites, qui seront d'une grande utilité pour les astronomes. Enfin il a mis à la tête un essai en forme de préface, sur l'histoire de l'Astronomie moderne, où il traite du mouvement de la terre, de la précession des équinoxes, de l'obliquité de l'écliptique, et du moyen mouvement de Saturne. »*

III-Les emprunts faits par l'Encyclopédie

Paraissant en 1746, un an avant les débuts de l'Encyclopédie, les « Institutions astronomiques » sont une chance inespérée pour d'Alembert :
- en effet, il s'agit d'un ouvrage au caractère pédagogique marqué : le livre de Keill était un recueil de leçons. Le Monnier est resté fidèle à l'esprit et a rédigé des « Eléments d'astronomie » destinés aux « commençants », pour reprendre ses propres termes.
- il s'agit d'un ouvrage moderne : les synthèses précédant celle de Le Monnier remontaient au XVIIème siècle et s'arrêtaient, au mieux, aux travaux de Newton. Dans les « Institutions astronomiques », les dernières découvertes (aberration, figure de la Terre, parallaxes...) trouvent leur place.

De là à dire comme le fait Lalande dans son édition augmentée de l' « Histoire des mathématiques » de Montucla (1802) :
« Le Monnier était son ancien ami, aussi dans l'Encyclopédie, les articles d'astronomie qui étaient tous de d'Alembert, se réduisaient souvent à dire : voyez les institutions astronomiques. »
il y a un pas que je me garderai bien de franchir !
Je n'ai trouvé qu'un cas flagrant de « pillage » : c'est l'article ABERRATION dont plus de la moitié est reprise mot pour mot du chapitre correspondant des « Institutions astronomiques ».
Plus fréquemment, d'Alembert reprend un paragraphe de l'ouvrage de Le Monnier mais en prenant la peine d'en modifier la rédaction. A titre d'exemple, voici un paragraphe de l'article ETOILE puis son jumeau dans les « Institutions astronomiques ».
« Par exemple, Procyon, que Ptolomée regarde comme une étoile de la première grandeur, et que Tycho place dans la seconde classe, n'est rangé par Flamsteed ni dans l'une ni dans l'autre ; mais il le place entre la première et la seconde. » (ETOILE - Encyclopédie tome VI)
« Par exemple le Petit Chien, autrement nommé Procyon, n'est que de la seconde grandeur selon Tycho, quoique Ptolémée l'ait rangé dans la première classe. L'on pourrait donc ne compter cette étoile, ni parmi celles de la première grandeur, ni parmi celles de la seconde, mais l'établir parmi celles qu'il faut regarder comme d'un genre intermédiaire. » (Institutions astronomiques - Chapitre VI - page 56)

[24] L' »Introduction à la vraie astronomie » de J. Keill.

Dans les articles portant le nom des planètes, ce sont surtout les données chiffrées qui font l'objet d'emprunts aux « Institutions astronomiques ». (Voir l'annexe suivante).
Enfin, certains articles, comme FIGURE DE LA TERRE, ne semblent rien devoir à l'ouvrage de le Monnier. S'ils se terminent néanmoins par l'incontournable « Voyez les Institutions astronomiques », c'est parce que d'Alembert y renvoie le lecteur désireux de plus amples informations.

Annexe II

le Système Solaire : description chiffrée

Sont regroupées ici des données numériques contenues dans les articles JUPITER, MARS, MERCURE, SATURNE, SOLEIL, TERRE, VENUS, ainsi que dans COSMOGRAPHIE, DIAMETRE, EXCENTRICITE, PARALLAXE, PERIODE.

I- Période de révolution - distance planète-Soleil - inclinaison de l'orbite sur l'écliptique

Ces trois séries de données sont parfaitement correctes :
les périodes de révolution sont connues depuis longtemps. La loi liant le demi grand axe à la période permet d'en déduire les moyennes distances au soleil relativement au demi grand axe de l'orbite terrestre auquel d'Alembert attribue la valeur arbitraire 100 000.

Planète	Mercure	Vénus	Mars	Jupiter	Saturne
Période de révolution	87 j 23 h	224 j 17 h	686 j 23 h	4332 j 12 h	29 ans 174 j 4 h
moyenne distance	38710	72333	152369	520110	953800
inclinaison sur l'écliptique	7°	3°23'	1°52'	1°20'	2°32'

Les moyennes distances sont tirées de l'article PERIODE.
Dans JUPITER, on note une coquille : 5201/2000 TS au lieu de 5201/1000.
Dans MERCURE et VENUS , les moyennes distances ont été permutées par erreur : on lit 723/1000 dans MERCURE et 387/1000 dans VENUS.

II- Période de rotation axiale

On a vu plus haut que la méthode utilisée pour déterminer l'existence d'une rotation axiale et en calculer la période repose sur la présence de taches à la surface de la planète. Cette méthode donne de bons résultats pour Jupiter et Mars, mais un résultat erroné pour Vénus, les taches utilisées n'étant pas situées à la surface de la planète.
Quant à Mercure et Saturne, l'absence de taches observables empêche de conclure.

Planète	Mercure	Vénus	Mars	Jupiter	Saturne
Encyclopédie		24 h ou 24 j	24 h 40 min	9 h 56 min	
valeur actuelle	58,646 j	243,1 j	24 h 37 min	9 h 50 min	10 h 14 min

III- Diamètres

Trois séries de valeurs relatives des diamètres sont fournies :
- la première, en fonction du diamètre solaire, est donnée dans COSMOGRAPHIE

- la seconde, en fonction du diamètre solaire, est donnée dans DIAMETRE. Elle est tirée des « Institutions astronomiques » de Le Monnier.
On note un gros écart entre les deux valeurs fournies pour MERCURE.
- la troisième, en fonction du diamètre terrestre, est donnée dans JUPITER, MERCURE, SATURNE, VENUS.
Pour chacune de ces séries, j'ai tenté de trouver un équivalent actuel.

Planète	Mercure	Vénus	Mars	Jupiter	Saturne
COSMOGRAPHIE	1/300DS	1/100DS	1/170DS	1/9DS	
valeur actuelle	1/287DS	1/115DS	1/205DS	1/10DS	
DIAMETRE	4,25/1000DS	10,75/1000DS			79,3/1000DS
valeur actuelle	0,0035DS	0,0087DS			0,086DS
JUPITER...	3/4DT	10/19DT		1077/104DT	20/10DT
valeur actuelle	0,38DT	0,95DT		11,18DT	9,42DT

L'article DIAMETRE souligne l'imprécision des déterminations fournies.

IV- Les valeurs absolues

L'article DIAMETRE donne pour valeur du diamètre terrestre : 6540000 toises, soit 12746460 m , la toise valant environ 1,949 m
Dans PARALLAXE, d'Alembert donne avec prudence la valeur que Cassini affecte à la distance Terre - Soleil à partir de sa mesure de la parallaxe solaire :
Pour une parallaxe de 10'', TS = 22000 RT soit environ 140000000000 m
Il rappelle que d'autres astronomes sont trouvé une parallaxe solaire égale à 12'' ou 15''.
La valeur proposée dans PARALLAXE ne correspond pas à celle qui est attribuée à Cassini dans l'article SOLEIL, soit 14182DT , soit environ 180000000000 m.

Annexe III

Photocopie des articles FIGURE DE LA TERRE et LUNE

ARTICLES NON REPRODUITS ICI
Voir les éditions électroniques de *l'Encyclopédie*.

FIGURE DE LA TERRE (tome VI - p 749 à 761) est daté de mai 1756.

LUNE (tome IX - p 726 à 737) est daté du 15 novembre 1759.

Un compte-rendu de chacun de ces articles est proposé au chapitre V du mémoire.

Les photocopies sont faites à partir d'une impression en fac-similé de la première édition parue chez Friedrich Fromman Verlag à Stuttgart en 1967.

Bibliographie

Biographies

C.C. Gillispie « Dictionnary of Scientific Biography » - New York - 1970-1980.
Michaud : « Biographie universelle ancienne et moderne » - Paris - 1856 - Ed. Thoisnier et Desplaces.
J. Bertrand : « D'Alembert » - Paris - Hachette - 1889.

Sur les Lumières

E. Cassirer : « La philosophie des Lumières » - Paris - Fayard - 1966.

Sur l'Encyclopédie

M. Pinault : « L'Encyclopédie » - Paris - Que sais-je ? P.U.F - 1993.
F. Moureau : « Le roman vrai de l'Encyclopédie » - Paris - Découvertes Gallimard - 1990.
R. Darnton : « L'aventure de l'Encyclopédie » - Paris - Librairie académique Perrin - 1982.

Histoire des sciences et de l'astronomie

P.C. Le Monnier : « Institutions astronomiques » - Paris - Guérin - 1746.
J.E. Montucla : « Histoire des mathématiques » - Nouvelle édition achevée par Lalande - Paris - Blanchard - 1802.
R. Taton : « Histoire Générale des Sciences » - Paris - P.U.F. - 1957-1964.
J. Gapaillard : « Et pourtant, elle tourne ! » - Paris - Seuil - 1993.
J. Gapaillard : « Notes d'histoire de l'astronomie » - IREM de Nantes - 1994.
J.P. Verdet : « Une histoire de l'astronomie » - Paris - Seuil - 1990.
G. Boistel : « A.C.Clairaut (1713-1765). Histoire des controverses autour d'une oeuvre scientifique : le problème des trois corps. Et la « Théorie du mouvement des comètes » (1760) », Mémoire de D.E.A. - Centre François Viète - Nantes - 1995.

Oeuvres de d'Alembert

Dans «Oeuvres complètes » - Slatkine reprints - Genève - 1967 :

- Correspondance.
- « Mémoire de d'Alembert par lui-même ».
- « Eloge de d'Alembert par Condorcet ».
- « Eléments de philosophie ».
- « Discours préliminaire de l'Encyclopédie ».
- Discours préliminaires de « Recherches sur la précession des équinoxes et la nutation de l'axe de la terre dans le système newtonien » et de « Recherches sur différents points importants du système du monde ».